

**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



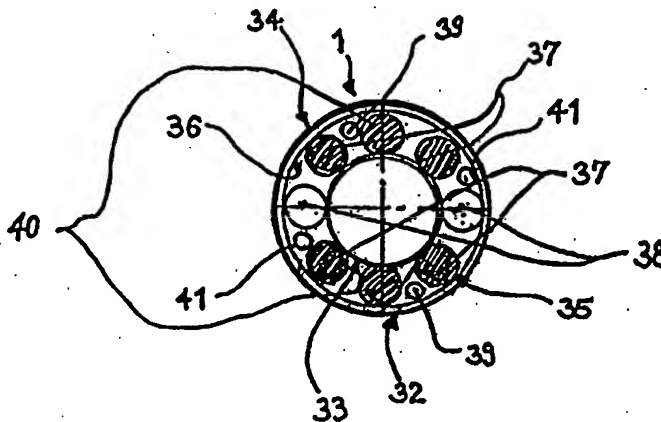
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <p style="text-align: center;"><b>A61M</b></p>	<b>A2</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/51283</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. Oktober 1999 (14.10.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02476  (22) Internationales Anmeldedatum: 7. April 1999 (07.04.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 15 598.0      7. April 1998 (07.04.98)      DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STM MEDIZINTECHNIK STARNBERG GMBH [DE/DE]; Dr.-Arnold-Strasse 6, D-86947 Schwabhausen (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PAUKER, Fritz [DE/DE]; Weiherbreiten 8, D-86316 Wiffertshausen (DE). VIEBACH, Thomas [DE/DE]; Kapellanger 8, D-82282 Pischertshofen (DE). PAUKER, Robert [DE/DE]; Hauptstrasse 95, D-86438 Kissing (DE). WEIGLHOFER, Gerhard [DE/DE]; Dr.-Arnold-Strasse 6, D-86947 Schwabhausen (DE).  (74) Anwälte: LESON, Thomas, Johannes, Alois usw.; Tiedtke-Bühling-Kinne, Bavariaring 4, D-80336 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	

(54) Title: FLEXIBLE TROCAR WITH AN UPTURNING TUBE SYSTEM

(54) Bezeichnung: FLEXIBLER TROKAR MIT STÜLPSCHLAUCHSYSTEM

(57) Abstract

The invention relates to a trocar made of a flexible access tube for minimally invasive surgery in the large intestine. The flexible trocar is comprised of an outer sheathing (32) and of an inner sheathing (33). All supply or functional channels extend in the space located between said sheathings. The channels have Bowden cables (37) for adjusting the distal end (3) of the trocar, and have lines provided for optics (38), lighting (41), rinsing with liquid (40), clearing with air, CO<sub>2</sub> (39) or the like, and for providing lubrication between the trocar and the upturning tube. The inner diameter of the inner tube (33) is designed such that it is large enough to guide at least one or more surgical instruments for minimally invasive surgeries through the same and to the site of the operation. The inner diameter is also large enough to accommodate a colonoscope having a thickness of approximately 13 mm. The trocar is inserted into the intestine by means of an upturning tube system (2). The drive of the upturning tube is provided by a number of frictional wheels (14), suction cups or crawlers which act upon an inner tube section in order to move the system in a continuous manner.



**BEST AVAILABLE COPY**

#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft zusammenfassend einen Trokar aus einem flexiblen Zugangsrohr zur minimal invasiven Operation des Dickdarms. Der flexible Trokar besteht aus einem Außenmantel (32) und einem Innenmantel (33). In dem dazwischen befindlichen Raum verlaufen sämtliche Versorgungs- bzw. Funktionskanäle. Dazu gehören sowohl Bowdenzüge (37) zur Verstellung des distalen Endes (3) des Trokars, als auch Leitungen für eine Optik (38), Beleuchtung (41), Spülung mit Flüssigkeit (40), Spülung mit Luft, CO<sub>2</sub> (39) o.ä. und Schmierung zwischen Trokar und Stülpschlauch. Der Innendurchmesser des Innenrohrs (33) ist so bemessen, daß er groß genug ist, mindestens ein oder mehrere Operationsinstrumente für minimal invasive Operationen hindurch und an die Operationsstelle zu führen und auch einen Koloskopschaft mit einer Stärke von ca. 13 mm aufzunehmen. Der Trokar wird mittels eines Stülpschlauchsystems (2) in den Darm eingeführt. Der Antrieb des Stülpschlauchs erfolgt über eine Anzahl von Reibrädern (14), Saugnäpfen oder Raupen, die auf einen inneren Schlauchabschnitt einwirken, um das System für eine kontinuierliche Bewegung anzutreiben.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

FLEXIBLER TROKAR MIT STÜLPSCHLAUCHSYSTEM

## Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft einen Trokar in Form eines flexiblen Zugangsrohrs zum Einführen in Körperhöhlräume vorzugsweise unter Verwendung eines Stülp Schlauchsystems für Diagnose und operative Eingriffe insbesondere im Dickdarmbereich.

10

Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein flexibles Zugangsrohr, mittels dem sowohl Diagnosen beispielsweise durch Einführen eines Koloskops als auch Operationen nach der minimal invasiven Chirurgietechnik durch Einführen entsprechender chirurgischer Instrumente in das Zugangsrohr vom Anus aus durchführbar sind. Das neuartige flexible Zugangsrohr übernimmt folglich u.a. die Funktion bisher bekannter Trokare und wird daher aus Vereinfachungsgründen nachfolgend als ein „flexibler Trokar“ bezeichnet.

20

Hintergrund der Erfindung:

Bei dem Streben nach immer besseren und spezialisierteren Chirurgietechniken, bei denen immer kleinere Operationsstellen ausreichen und die daher den Organismus des Patienten immer weniger belasten, wird der technisch sinnvolle Anwendungsbereich der sogenannten minimal invasiven Chirurgie durch Entwicklung neuer Instrumente und Hilfsmittel immer mehr erweitert. So werden bereits Diagnosen sowie komplette Operationen an menschlichen Organen durch Einführen sogenannter Trokare als chirurgische Hilfsmittel über die Bauchdecke oder den Torax ausgeführt; über die chirurgische Instrumente sowie Optiken an das zu diagnostizierende oder zu operierende Organ heranführbar sind.

35

Jedoch sind derartige Hilfsmittel und Instrumente nicht in allen Fällen einsetzbar.

Um beispielsweise größere Geschwülste wie Karzinome o.ä. im

Dickdarm, ausgenommen im Enddarmbereich, operativ zu entfernen, ist bisher zumeist eine Großoperation nach konventionellem Muster notwendig, d.h. der Bauch des Patienten muß geöffnet werden, um so an den Darm zu gelangen. Der Grund für diese aufwendige, den Patienten extrem belastende Operationstechnik besteht u.a. darin, daß der Darm für ein exaktes Operieren fixiert werden muß, d.h. der Darm wird an dem betreffenden Bereich aus dem Bauchraum genommen und durch geeignete Hilfsmittel eingespannt bzw. fixiert. Erst jetzt ist es dem Chirurgen möglich, die Geschwulst durch genaue Schnitte zu entfernen und anschließend den Darm wieder zu vernähen.

Es liegt auf der Hand, daß dieser Eingriff nicht nur eine aufwendige Operation darstellt, die für den Patienten sehr belastend ist und u.U. sogar ein großes Risiko, insbesondere bei älteren Patienten, in sich birgt, sondern daß hierbei auch sehr hohe Kosten anfallen, die einerseits durch den großen Operationsaufwand verursacht werden und andererseits als Folge der notwendigerweise langen Genesungsaufenthaltsdauer des Patienten im Krankenhaus entstehen.

Lediglich bis zu einer Tiefe von maximal ca. 20cm vom Anus in den Darm hinein ist es bisher möglich, Karzinome ohne die o.g. Prozedur zu entfernen. Dies geschieht mittels eines sogenannten Rektoskops. Bei einem Rektoskop handelt es sich um ein starres konusförmiges Rohrteil, das in den Anus eingeschoben wird und diesen um mehrere Zentimeter aufweitet. Damit hat der Operateur ausreichend Platz, mit Spezialwerkzeugen zu der erkrankten Stelle des Darms zu gelangen und die Operation vorzunehmen.

Ein Nachteil dieser Operationstechnik besteht jedoch darin, daß die Rektoskopie nur für operative Eingriffe geeignet ist, die im Dickdarm in einem Bereich innerhalb der ersten 20cm vom Anus aus liegen und dabei diese Operation nur von wenigen spezialisierten Chirurgen ausgeführt werden kann. Ausgehend von dieser Problematik ist es die Aufgabe der Erfindung, eine vollkommen neuartige Vorrichtung zu schaffen,

durch die sowohl Diagnose als auch operative Eingriffe im Dickdarmbereich über den Enddarm hinaus ermöglicht werden.

- 5 Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Die Erfindung geht dabei von der folgenden Überlegung aus:

- 10 Grundsätzlich ist es in der Endoskopie bereits möglich, mittels sogenannter Koloskope den gesamten Darm eines Patienten vom Anus aus zu untersuchen. Diese Koloskope werden im wesentlichen zur visuellen Untersuchung des Darms vom Anus aus eingesetzt. Hierfür ist das Koloskop an seinem distalen  
15 Ende mit einer Beleuchtungseinrichtung sowie mit einer Optik vorzugsweise einem Kamerachip ausgestattet, der über Leitungen innerhalb eines Endoskop- bzw. Koloskopschafts mit einer Kamerasteuerung am Ende des Schafts verbunden ist. Die Kamerasteuerung ist wiederum über einen Videoprozessor mit  
20 einem externen Monitor verbunden, auf dem der behandelnde Arzt die zu untersuchenden Bereiche erkennen kann. Das in den Hohlraum einzuführende distale Ende des Schafts ist dabei in jede Richtung abkrümmbar ausgebildet und läßt sich mittels einer Handhabe, vorzugsweise über zwei Steuerräder mit Bremse  
25 am hinteren Endabschnitt des Koloskops manuell ähnlich eines Fingers abwinkeln. Des weiteren ist in der Regel der Koloskopschaft mit zumindest zwei Kanälen durchzogen, die sich an der vordersten Spitze des distalen Endes öffnen. Durch diese Kanäle kann bei Bedarf einmal Reinigungsfluid zum  
30 Säubern einer zu untersuchenden Stelle oder Co2 (Luft) zum Entfalten des Hohlraums gepreßt oder diverse Arbeitsgerätschaften beispielsweise Zangen oder Scheren zur Entnahme von Gewebeproben, Biopsienadeln, aufheizbare Schneiddrähte, Koagulationselektroden etc. eingeschoben  
35 werden, die am hinteren Ende des Koloskopschafts ebenfalls über Bedienungsdrähte oder Bowdenzüge innerhalb des inneren Kanals manuell betätigt werden können. Bei einer Gewebeprobeentnahme wird, nachdem das distale Ende die betreffende Stelle erreicht hat, beispielsweise eine

Miniaturzange vom hinteren Abschnitt des Koloskopschafts aus in den Kanal eingeführt und zum distalen Ende vorgeschoben. Nach erfolgter Entnahme der Probe wird die Zange wieder zurückgezogen und aus dem Kanal entfernt, so daß mit der weiteren Untersuchung fortgefahren werden kann.

Im allgemeinen hat das Koloskop eine langgestreckte schlauchförmige Gestalt mit einem Durchmesser von ca. 9 bis 15 mm und besteht aus einem biegsamen Material, um Krümmungen des zu untersuchenden Hohlraums, beispielsweise Darmwindungen folgen zu können.

Aus dem Stand der Technik, beispielsweise gemäß der DE 42 42 291 A1, ist ein Endoskop dieser Gattung bekannt.

Dieses Endoskop besteht im wesentlichen aus einem Endoskopkopf oder distalen Ende, an das sich ein Endoskopschaft aus einem flexiblen biegsamen Rohrkörper anschließt und einer Bedienungseinrichtung am hinteren Ende des Endoskopschafts. Die Bedienungseinrichtung hat eine Anzahl von drehbar am Endoskopschaft gelagerten Betätigungsrädern, die über Bedienungsdrähte oder Bowdenzüge, welche innerhalb des Endoskopschafts verlegt sind, mit dem distalen Ende wirkverbunden sind. Ferner ist in einem hinteren Endabschnitt des Endoskops eine erste Antriebs- oder Vorschubeinrichtung vorgesehen, die über Antriebsräder eine Antriebskraft auf den Endoskopschaft ausübt.

Um den Endoskopschaft ist zumindest in dessen vorderem Abschnitt ein Stülpschlauch angeordnet, der durch eine zweite Antriebs- oder Vorschubeinrichtung angetrieben wird. Der Stülpschlauch besteht dabei aus einem inneren Schlauchabschnitt, der gleitfähig an der Mantelfläche des Endoskops anliegt und im Bereich des distalen Endes des Endoskops zu einem vorderen äußeren Schlauchabschnitt umgestülpt ist. Der vordere äußere Schlauchabschnitt ist ferner bis zur zweiten Antriebseinrichtung zurückgeführt und

an deren Gehäuse fixiert. Im hinteren Bereich des Endoskops ist der innere Schlauchabschnitt zu einem hinteren äußeren

- 5 Schlauchabschnitt umgestülpt, der ebenfalls zur zweiten Antriebseinrichtung zugeführt und an deren Gehäuse an der zum vorderen äußeren Schlauchabschnitt gegenüberliegenden axialen Endseite fixiert ist.
- 10 Die zweite Antriebseinrichtung wirkt dabei auf den inneren Stülpschlauchabschnitt, um diesen in Axialrichtung des Endoskopschafts zu bewegen. Hierfür hat die zweite Antriebseinrichtung eine Art Manschette oder Kragen, die sich in Radialrichtung zusammenziehen und dabei reibschlüssig an
- 15 den inneren Schlauchabschnitt anpressen und ferner in Axialrichtung des Endoskops hubkolbenförmig bewegen läßt. Die radial wirkende Anpreßkraft der Manschette ist dabei so groß gewählt, daß zumindest ein Teil der aufgebrachten Anpreßkraft durch eine Materialverformung des inneren Schlauchabschnitts
- 20 auf die Mantelfläche des Endoskopschafts übertragen wird, sodaß der Endoskopschaft zusammen mit dem inneren Stülpschlauch angetrieben wird.

- Da bei dieser alleinigen Antriebsart durch die zweite
- 25 Antriebseinrichtung die Vorschubgeschwindigkeit (und Strecke) des Stülpschlauchs an seinem vorderen Stülpbereich aufgrund dessen Stülpbewegung nur halb so groß wäre, wie die des Endoskopschafts, d.h. der Schaft würde mit zunehmender Eindringtiefe aus dem Stülpschlauch teleskopförmig
- 30 herausfahren, übt die eingangs genannte erste Antriebseinrichtung eine Bremskraft auf den Schaft aus, die der Vorschubkraft der zweiten Antriebseinrichtung entgegenwirkt.

- 35 Die zweite Antriebseinrichtung ist dabei zu der ersten Antriebseinrichtung synchronisiert, derart, daß im Zusammenspiel beider Antriebseinrichtungen die Bewegungsgeschwindigkeit des inneren Schlauchabschnitts in eine axiale Richtung doppelt so hoch ist wie die

Bewegungsgeschwindigkeit des Endoskopschafts, wobei dieser relativ zum inneren Schaft gleitet (d.h. das distale Ende des Endoskopschafts bewegt sich mit gleicher Geschwindigkeit wie der Umstülpbereich des Stülp Schlauchs).

5

- Um die Relativgleitbewegung zwischen dem Endoskopschaft und dem Stülp Schlauch zu erleichtern, sieht der Stand der Technik gemäß der DE 42 42 291 A1 ferner eine Schmiervorrichtung vor, mittels der ein Schmier- oder Gleitmittel zwischen den inneren  
10 Schlauchabschnitt und dem Endoskopschaft sowie zwischen dem inneren und äußeren Schlauchabschnitt einpreßbar ist. Hierfür hat die Schmiervorrichtung eine konusförmige Hülse, die über den Endoskopschaft gestreift ist und mit dem hinteren Stülpbereich des Stülp Schlauchs, der auf die konusförmige  
15 Hülse aufreitet, dichtend zusammenwirkt. Das Schmiermittel, welches mittels einer Pumpe in den Spalt zwischen der konusförmigen Hülse und dem Endoskopschaft eingepreßt wird, breitet sich zwischen dem inneren Schlauchabschnitt und dem Endoskopschaft auf die gesamte Länge aus, wobei  
20 Überschußmengen des Schmiermittels im vorderen Umstülpbereich des Stülp Schlauchs in den zu untersuchenden Hohlraum austreten.

- Aus dem hausinternen Stand der Technik ist der Erfinderin  
25 ferner ein Endoskop dieser Gattung bekannt, das eine Art Doppelstülp Schlauch-System verwendet, wie es nachfolgend kurz beschrieben wird:

- Dieses Stülp Schlauchsystem hat einen Endoskopschaft, der in  
30 einem beidseitig gestülpten Schlauch gleitend geführt ist, der wiederum durch eine Antriebseinrichtung fortbewegbar ist, die auf den inneren Schlauchabschnitt des Stülp Schlauchs einwirkt. Die Antriebseinrichtung hat zumindest ein kontinuierlich antreibendes Vorschubmittel, das radial auf den inneren  
35 Schlauchabschnitt preßbar ist, um diesen in Axialrichtung des Schafts im wesentlichen kontinuierlich zu bewegen. Dies hat den großen Vorteil, daß der kontinuierliche Vortrieb des Stülp Schlauchsystems exakt steuerbar und damit beispielsweise das distale Ende eines Endoskops ortsgenau führbar ist.



Hierbei ist es vorgesehen, daß die Anpreßkraft des Vorschubmittels auf den inneren Schlauchabschnitt so gewählt ist, daß der Schaft zumindest im Bereich des Vorschubmittels  
5 im direkten Reibkontakt mit dem inneren Schlauchabschnitt ist. Das Vorschubmittel wird von einem oder mehreren Reibrädern gebildet, die gegen den inneren Schlauchabschnitt mit einer vorbestimmten oder einstellbaren Anpreßkraft vorspannbar sind, so daß zum einen ein kontinuierlicher und zum anderen ein  
10 möglichst schlupffreier Vorschub des Endoskopschafts in den Hohlraum eines Patienten gewährleistet wird.

Des weiteren hat die Antriebseinrichtung eine Vorrichtung zur Synchronisation der Schaftbewegung mit der  
15 Stülperschlauchbewegung. Diese kann ein am Schaft axial fixiertes hinteres und vorderes End- oder Klemmstück sein, an dem gleitfähig je nach Vorschubrichtung der hintere oder vordere Stülpbereich des Stülperschlauchs fest anliegt, so daß der Stülperschlauch über das hintere oder vordere Endstück eine  
20 Bremskraft entgegen der gerade vorherrschenden Vorschubkraft auf den Schaft aufbringt. Alternativ hierzu kann die Synchronisationsvorrichtung ein auf den hinteren Endabschnitt des Schafts einwirkender Rollen- oder Spindelantrieb sein, der mit dem Stülperschlauchantrieb derart synchronisiert ist, daß  
25 die Vorschubgeschwindigkeit des Schafts die Hälfte der Vorschubgeschwindigkeit des inneren Schlauchabschnitts beträgt.

Der Stülperschlauch kann ein Schlauchführungsteil bzw. eine Hülse aus einem steifen Material aufweisen, die über den  
30 inneren Schlauchabschnitt unter Ausbildung eines Ringspalts gezogen ist und an dessen beiden axialen Endabschnitten die freien Enden äußerer Schlauchabschnitte fixiert sind, die durch Umstülpen und Zurückführen des inneren Schlauchabschnitts an zwei axial voneinander beabstandeten  
35 Stülpbereichen gebildet werden. Diese Hülse bietet nunmehr eine Aufnahme- oder Befestigungsmöglichkeit für eine Antriebseinrichtung unmittelbar am inneren Schlauchabschnitt, so daß die äußere Abmessung des gesamten Stülperschlauchsystems kompakt bleibt und damit die Handlichkeit verbessert wird.

- Es kann ferner vorgesehen sein, daß die Hülse in ihrem Mittenabschnitt eine Anzahl von vorzugsweise in gleichem Winkelabstand zueinander angeordneter Öffnungen oder Längsschlitze hat. Der Stülpschlauch bildet dabei über den inneren Schlauchabschnitt, die äußeren Schlauchabschnitte sowie die Hülse einen gegenüber der Umgebung abgedichteten Hohlraum aus, der lediglich über die Öffnungen in der Hülse einen Zugang hat. Auf diese Weise wird die Hülse konstruktiv für das Anbringen einer Antriebseinrichtung vorbereitet, deren Vorschubmittel durch die Längsschlitze mit dem inneren Schlauchabschnitt in Kontakt bringbar sind. Des weiteren ist die Hülse vorteilhafterweise mit im wesentlichen in Axialrichtung verlaufenden Nuten versehen, die sich an den Stirnflächen der Hülse öffnen. Diese Nuten erleichtern im Betrieb des Systems die zwangsläufig auftretende Verlagerung des im genannten Hohlraum befindlichen Schmiermittels durch die Hülse hindurch.
- Die Antriebseinrichtung des Stülpschlauchsystems kann ein zweigeteiltes, zusammenklappbares Gehäuse haben, welches manschettenförmig um die Hülse des Stülpschlauchs legbar ist und in zusammengeklapptem Zustand mit der Hülse einen nach außen dicht verschlossenen Hohlraum bildet, im welchem Reibräder untergebracht sind, die an dem Gehäuse lagernd durch das Zusammenklappen des Gehäuses durch die Öffnungen der Hülse gegen den inneren Schlauchabschnitt preßbar sind. Hierdurch wird eine kompakte, in sich geschlossene (integrierte und nicht additive) Konstruktion des Systems erreicht, wodurch die Handhabbarkeit und Funktionalität der zusammenwirkenden Teile erhöht wird.

- Bei dem intern bekannten Endoskop sind ferner die Reibräder federnd am Gehäuse gelagert, um eine entsprechend der Federkraft vorbestimmte oder auch justierbare Anpreßkraft auf den inneren Schlauchabschnitt aufzubringen und auch geringfügig variable Durchmesser des verwendeten Schafts zuzulassen. Zusätzlich können die Reibräder an ihren

Laufflächen mit einem Antirutschbelag versehen oder ausgebildet sein.

- 5 Dabei hat das Endoskop das besondere technische Merkmal, daß am Gehäuse der Antriebseinrichtung ein Anschluß für das Zuführen eines Schmiermittels ausgebildet ist, welches über die Öffnungen der Hülse in den Hohlraum des Stülpschlauchs preßbar ist. Hierdurch läßt sich zum einen der Antriebsmechanismus selbst als auch zum anderen die Relativ-  
10 Gleitbewegung der inneren und äußeren Schlauchabschnitte schmieren und damit die Reibung verringern.

- Als ein weiterer Aspekt des intern bekannten Endoskops ist das Stülpschlauchsystem mit einer Schmiervorrichtung für das  
15 Einpressen von Schmiermittel in einen Ringspalt zwischen dem Schaft und dem inneren Stülpschlauchabschnitt ausgebildet, wobei zumindest eine im wesentlichen radial verlaufende Bohrung oder Perforation in der Wandung des Schafts vorgesehen ist, die sich in den Ringspalt öffnet und an einer  
20 Schmiermittelfördervorrichtung angeschlossen ist. Auf diese Weise wird bei geringem baulichen Aufwand Schmiermittel unmittelbar in den Ringspalt gefördert.

- Alternativ umfaßt die Schmiervorrichtung ein hinteres  
25 Klemmstück, das auf dem Schaft fixiert ist und zumindest einen Schmiermitteleinspritzschuh hat. Dieser Schuh ragt dabei in den Ringspalt hinein und ermöglicht so ein Einpressen von Schmiermittel über eine im Schuh ausgebildete Kanüle.

- 30 Das Schmiersystem zur Zuführung von Schmiermittel zu dem Stülpschlauchsystem hat unter anderem einen oder zwei Druckbehälter zur Aufnahme je eines Schmiermittelbeutels oder Schmiermittelfaltenbalgs, der als Ein-Weg-Artikel ausgebildet ist und der über je eine Kupplung mit Zuführleitungen des  
35 Schafts und der Antriebseinrichtung fluidverbindbar ist.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht nunmehr darin, ein bekanntes, vorzugsweise das intern bekannte Endoskop zu einem chirurgischen Hilfsmittel zur Ausführung von Diagnosen und

Operationen am Dickdarm mittels der Mikrochirurgietechnik umzufunktionieren, indem der vorstehend anhand des internen Stands der Technik beschriebene Endoskopschaft durch ein erfindungsgemäß gestaltetes flexibles Zugangsrohr ersetzt wird, das nach Art eines Trokars den Zugang an die Operationsstelle für chirurgische Werkzeuge und Diagnoseinstrumente ermöglicht. Experimente haben nämlich gezeigt, daß der Dickdarm eine Elastizität besitzt, die eine Aufweitung seines inneren Durchmessers auf über 25mm zuläßt. Aufgrund dieser Ergebnisse ist es möglich, ein flexibles Zugangsrohr in Verbindung mit einem Stülperschlauchtransportsystem zu entwickeln, dessen Innendurchmesser die Einführung chirurgischer Werkzeuge und anderer Instrumente, wie beispielsweise eine Optik oder einen Koloskopschaft in Körperhöhlräume, wie z.B. den Dickdarm zuläßt.

Gemäß dem Patentanspruch 1 hat das erfindungsgemäße Zugangsrohr demzufolge einen flexiblen Außenmantel sowie einen radial beabstandeten flexiblen Innenmantel, die zwischen sich einen Hohlraum zur Aufnahme von Versorgungs- und Funktionskanälen ausbilden.

Die Versorgungskanäle sind dabei vorzugsweise als Luft- bzw. CO<sub>2</sub>-Leitungen und/oder als Spülkanäle ausgebildet, während in den Funktionskanälen Bowdenzüge verlegt oder Hydraulikflüssigkeit eingefüllt sind, um das Zugangsrohr zu betätigen sowie Kameraanschlußleitungen für am distalen Ende des Zugangsrohres angeordnete Videochips sowie Lichtleiter, vorzugsweise Glasfasern geführt sind, die eine Ausleuchtung des zu untersuchenden Hohlraums ermöglichen.

Durch den entsprechend groß bemessenen Innendurchmesser des Innenmantels und die Verlegung der Versorgungs- und Funktionskanäle in den Zwischenraum zwischen Außen- und Innenmantel wird ein ausreichend großer Zugangskanal gebildet, der vom Anus her bis zu jeder gewünschten Stelle zumindest im Dickdarm unterhalb der zweiten Sigmaschleife, ggf. darüber

hinaus, reicht, aber auch in andere Körperhöhlen einführbar ist.

- 5 Mit Hilfe des erfindungsgemäßen flexiblen Zugangsrohrs ist es  
folglich möglich, vom Anus aus genau bis zur gewünschten  
Stelle im Dickdarm oder darüber hinaus vorzudringen,  
unabhängig von der Entfernung vom Anus aus. Damit wird quasi  
ein Operationskanal vergleichbar zu einem Trokar geschaffen,  
10 durch den gleichzeitig oder nacheinander die gewünschten  
Sonden und medizinischen Werkzeuge auf einfache Art und Weise  
eingeführt werden können. Das Risiko, bei der Einföhrung der  
Operationsgeräte oder Untersuchungs sonden, die Darmwand zu  
verletzen, wird dabei eliminiert. Die Operation kann zügiger  
15 vorgenommen werden, da beispielsweise beim Auswechseln eines  
Werkzeuges gegen ein anderes, kein Risiko einer  
Darmwandverletzung befürchtet werden muß, da diese Vorgänge  
nur im Inneren des Trokars geschehen, d.h. die Geräte nur mit  
der Innenwand des Trokars in Kontakt gelangen können, nicht  
20 jedoch mit der Darmwand selbst.

- Der Trokarzwischenraum, d.h. der Zwischenraum zwischen dem  
Innenmantel und dem Außenmantel kann, wie vorstehend bereits  
25 angedeutet wurde, auf die vielfältigste Art und Weise genutzt  
werden. Es können beispielsweise zwei oder mehr Luft- oder  
CO<sub>2</sub>-Kanäle darin vorgesehen werden. Dadurch kann der Darm  
aufgeblasen und somit gleichmäßiger entfaltet werden. Ferner  
können zwei oder mehrere Saug- und/oder Spülkanäle vorgesehen  
30 werden. Dadurch kann das Operationsfeld und die im Trokar  
integrierte Optik gespült werden, oder es kann in bestimmte  
Richtungen gespült werden. Darüber hinaus sind auch mehrere  
Beleuchtungskanäle ausbildbar, um die Sicht zu verbessern und  
in bestimmte Richtungen leuchten zu können.

- 35 An seinem hintersten Endabschnitt ist der erfindungsgemäße  
Trokare zusätzlich mit einem Trokarventil und/oder einer  
Dichtung ausgerüstet. Wie vorstehend bereits ausgeführt wurde,  
sind die Versorgungs kanäle für das Zuführen von CO<sub>2</sub> oder Luft,

aber auch von Spülflüssigkeit vorgesehen. Solange kein Operationsgerät in den Trokar eingeführt ist, entweicht das CO<sub>2</sub> und/oder die Spülflüssigkeit unkontrolliert durch den Trokarinnenraum. Um dies zu verhindern ist das Trokalventil, vorzugsweise in Form eines elektromagnetischen Klappenventils vorgesehen, das den Trokarinnenraum nach Außen verschließt. Sobald ein Operationsgerät in den Trokar eingeführt werden soll öffnet sich dieses Ventil, wobei nur geringe Leckagen auftreten. Diese können zusätzlich noch durch eine Dichtung zwischen dem Trokar und dem Operationsgerät minimiert werden.

Als besonders geeignet hat sich das genannte Klappenventil sowohl mit einteiliger als auch zweigeteilter Klappe mit oder ohne Scharnier erwiesen. Aber auch aufblasbare Ringballen oder Schläuche um den Innumfang des Trokars sind als Ventil und gleichzeitig als Dichtung denkbar.

Schließlich können spezielle Funktionskanäle zwischen dem Außen- und Innenmantel des Trokars vorgesehen sein, die am distalen Ende des Trokars verschlossen und am hinteren Ende vorzugsweise an einer Vakuumsiereinrichtung oder einer Druckbeaufschlagungseinrichtung angeschlossen sind. Insbesondere das Vakuumisieren bewirkt ein sich aneinander Pressen des Außen- und Innenmantels zumindest im Bereich dieser Funktionskanäle, womit ein Aussteifen bzw. ein Einfrieren der Haltung des flexiblen Trokars erreicht wird. Dies ist besonders während der Operationsphase wichtig, in der der Trokar nach erfolgter Einführung möglichst starr und der Darm unnachgiebig gehalten werden muß.

Alternativ zum Vakuumisierverfahren könnten die speziellen Funktionskanäle auch unter Druck gesetzt werden, um eine bestimmte zeitweilige Steifigkeit des Trokars zu erhalten. Auch wäre es denkbar, ein Fluid oder Gel in die Funktionskanäle zu spritzen, welches sich unter bestimmten Bedingungen z.B. temperaturabhängig verfestigt und wieder verflüssigt.

Die Erfindung sowie deren Funktionsweise wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Querschnittansicht eines erfindungsgemäßen Zugangsrohrs (im nachfolgenden als flexibler Trokar bezeichnet) gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 10 Fig. 2(a) und (b) Querschnittansichten mehrerer Alternativen des Aufbaus eines erfindungsgemäßen flexiblen Trokars;
- Fig. 3 eine Seitenansicht der Gesamtanordnung des erfindungsgemäßen flexiblen Trokars in seiner Arbeitsposition  
15 sowie dessen Stülpschlauch-Transportsystems;
- Fig. 4 das erfindungsgemäße Trokar-Stülpschlauch-System mit integrierter Trokarschmierung und Reibradantrieb gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 20 Fig. 4a eine Vergrößerung der Verbindungsstelle zwischen einem Auslaßschlauch eines Schmiermittel-Druckbehälters und einem Zuführschlauch des Trokar-Stülpschlauch-Systems;
- 25 Fig. 5 das flexible Trokar-Stülpschlauch-System mit einer Trokarschmierung über ein hinteres Klemmstück gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei dieses mit einem Schmiermittel-Einspritzschuh verbunden ist;
- 30 Fig. 5a einen Längsschnitt des hinteren Trokarabschnitts in Vergrößerung zur Illustration der Schmiermittelzufuhr;
- Fig. 5b einen Querschnitt des hinteren Trokarabschnitts von Fig. 5a;
- 35 Fig. 5c eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 5, wonach das hintere Klemmstück ein Gleitteil hat, das durch eine Feder gegen den Stülpschlauch gedrückt wird, um so sicher zu stellen, daß während der Trokarbewegung (Ein- und

Ausfahren) kein Abstand (Schlupf) zwischen den Klemmstücken und dem Stülpschlauch entsteht;

5 Fig. 6 eine Stülpschlauchkonstruktion, wie sie beim Trokar-Stülpschlauch-System gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel Anwendung findet;

Fig. 6a eine Querschnittsansicht einer Antriebs- und Führungshülse gemäß der Schnittlinie A-A in Fig. 6;

10

Fig. 7 ein Trokar-Stülpschlauch-System gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

15 Fig. 8 eine alternative Ausführungsvariante zum dritten Ausführungsbeispiel.

Gemäß Fig. 1, die einen Querschnitt des Trokars gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, besteht der Trokar aus einem ca. 70 bis 80 cm langen oder auch längeren  
20 hochflexiblen Trokarschaft 1, der aus einem flexiblen Außenmantel 32 und einem flexiblen Innenmantel 33 aufgebaut ist. Der Innenmantel ist dabei radial vom Außenmantel gleichmäßig beabstandet, wodurch ein Ringspalt zwischen dem Außen- und Innenmantel ausgebildet wird.

25

Der Außenmantel 32 hat einen Außendurchmesser von ca. 22 bis 25mm und besteht aus einer zu einer Wendel locker aufgewickelten Blattfeder vorzugsweise aus Flachbandstahl oder bandförmig verarbeitetem Kunststoff, wobei der Abstand jeweils  
30 zweier benachbarter Windungen dieser Außenwendel ca. 2 bis 3mm beträgt. Die Außenwendel ist ferner mit einer Schicht oder Haut überzogen, die vorzugsweise aus PVC oder einem anderen Kunststoff besteht und eine bestimmte Abriebfestigkeit sowie Oberflächenrauigkeit aufweist, wodurch ein hochflexibles,  
35 geschlossenes Verbundmaterial für den Außenmantel 32 entsteht. Die Innenseite der Außenwendel kann ggf. zusätzlich mit einer dünnen Schicht vorzugsweise aus Kunststoff überzogen sein.



Der Innenmantel 33 hat einen Innendurchmesser von ca. 13-15mm und besteht aus einer Spiralwicklung vorzugsweise aus einem Rundstahldraht, der derart dicht gewickelt ist, daß im Gegensatz zur Außenwendel keine Abstände zwischen jeweils zwei  
5 benachbarten Windungen entstehen. Aufgrund der Materialwahl für die innere Spiralwicklung, nämlich Rundstahldraht, bleibt auch diese trotz der dichten Wickelweise hoch flexibel.

Der Außenmantel 32 und der Innenmantel 33 sind in diesem  
10 Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 im wesentlichen über die gesamte Länge koaxial zueinander ausgerichtet, wobei der Radialabstand zwischen dem Außen- 32 und dem Innenmantel 33 durch axial voneinander beabstandete, ringscheibenförmige Stege oder auch Lochscheiben (nicht gezeigt) über die gesamte  
15 Axiallänge des flexiblen Trokars 1 beibehalten wird. Diese Stege sind an ihren inneren und äußeren radialen Rändern an dem Außen- und Innenmantel 32, 33 jeweils durch Verkleben und ggf. zusätzlich durch Kleben fixiert und unterteilen somit den Radial- oder Zwischenspalt in mehrere Kammern. Darüber hinaus  
20 sind die einzelnen Stege jeweils durch eine Mehrzahl von Bohrungen durchdrungen, die in gleichmäßigem Winkelabstand zueinander angeordnet sind und die Kammern miteinander verbinden, um so die Durchführung von nachfolgend im Einzelnen beschriebenen Kanälen oder Röhren (für Licht, Wasser,  
25 Hydraulik, Elektrik usw.) zu ermöglichen.

Der Zwischenraum bzw. der Ringspalt zwischen dem Außen- und Innenmantel wird wie folgt genutzt:

30 In gleichwinkligen Abständen voneinander sind zumindest zwei, gemäß diesem Ausführungsbeispiel vier Funktionskanäle durch vier Bohrungen in den einzelnen Stegen hindurch verlegt, in die vier Bowdenzüge 37 eingezogen sind. Diese Bowdenzüge 37 sind an ihrem einen Ende an einem distalen Endabschnitt 3 des  
35 Trokarschafts 1 befestigt und an ihrem jeweils gegenüberliegenden anderen Ende an Handhaben 4, vorzugsweise Handrädchen angelenkt, um, wie dies beispielsweise bei Endoskopen üblich ist, das hochflexible distale Ende des Trokarschafts 1 in jede gewünschte Richtung abzukrümmen. Damit

wird erreicht, daß man jeder vom Darm vorgegebenen Krümmung folgen und das distale Ende an jeder Stelle der Darmwand plazieren kann.

5 Dazwischen sind in gleichmäßigen Abständen und in symmetrischer Anordnung zwei Luft- bzw. CO<sub>2</sub>-Kanäle 39 diametrisch gegenüberliegend angeordnet. Gleiches gilt für zwei Spül- und/oder Saugkanäle 40 und zwei optische Leitungen für je einen Kamera-Chip, die am distalen Ende des Trokars 1.  
10 angeordnet und über die Leitungen mit einem Videoprozessor verbunden sind. Die Anordnung von zwei Kamera-Chips bietet eine hohe Ausfallsicherheit, da selbst bei Ausfall einer Kamera, die andere das Weiterführen der Operation erlaubt. Darüber hinaus sind zwei Glasfaserleitungen 41 für den Anschluß  
15 an eine Kaltlichtquelle zur Beleuchtung der Operationsstelle vorgesehen.

Die Luft- bzw. CO<sub>2</sub>-Kanäle, die Spül-/Saugkanäle sowie die Kanäle zur Aufnahme der Lichtleiter (Glasfaserleitungen) und  
20 der Optikleitungen stellen dabei die Versorgungskanäle des Systems dar. Alternativ zu den vorstehend genannten Bowdenzügen sind natürlich auch Hydraulik- oder Pneumatikleitungen zur Betätigung, d.h. Bewegung des Trokars als Funktionskanäle denkbar.

25 Die Fig. 2(a) und (b) zeigen Alternativen eines Querschnittaufbaus des Trokars, die ebenso möglich sind.

In Fig. 2(a) ist der Zwischenraum zwischen dem Außenmantel 32 und dem Innenmantel 33 links und rechts dicker gewählt, so daß  
30 dort genügend Platz vorhanden ist, um in symmetrischer Anordnung je eine Kameraleitung 38 und je zwei Beleuchtungsleitungen 41 unterzubringen. Dadurch kann an den übrigen Bereichen der Zwischenraum kleiner ausgeführt sein, so  
35 daß mehr Platz im Innenmantel 33 für das Hindurchführen eines oder mehrerer Geräte vorhanden ist.

In Fig. 2(b) ist der Zwischenraum zwischen dem Außen- 32 und dem Innenmantel 33 an zumindest drei, vorzugsweise vier in

gleichwinkligen Abständen voneinander beabstandeten Stellen radial vergrößert. In der gemäß Fig. 2(b) oberen radialen Aufweitung ist eine Kamera-Leitung 38 vorgesehen. An den gemäß der Fig. 2(b) beiden unteren radialen Aufweitungen sind zwei  
5 Beleuchtungsleitungen in Form von Glasfaserkabeln 41 vorgesehen. D.h. es sind nur die minimal notwendigen Funktions- und/oder Versorgungskanäle vorgesehen, um den offenen Querschnitt innerhalb des Innenmantels 33 so groß wie möglich gestalten zu können.

10

Wie dabei in den Fig. 2(a) und 2(b) dargestellt ist, bilden die jeweiligen radialen Aufweitungen zumindest radial nach innen vorstehende rippenförmige Vorsprünge, die sich längs des gesamten Trokars vorzugsweise durchgehend erstrecken und das  
15 einzuführende Operationsgerät oder einen Endoskopschaft gleitfähig abstützen. Hierdurch wird der Reibungswiderstand zwischen dem Operationsgerät und dem Trokar wesentlich verringert. Darüber hinaus können natürlich zusätzliche Vorsprünge unabhängig von dem vorstehend beschriebenen  
20 Aufweitungen am Innenmantel des Trokars vorgesehen sein.

Vorteilhaft ist es zudem, die Innenseite des Trokars zumindest im Bereich der radial nach innen vorstehenden Vorsprünge mit einer Teflonschicht oder einem vergleichbaren Material zu  
25 überziehen, um die Reibung weiter zu verringern.

In allen Fällen ist es denkbar, gleich mehrere Innenmäntel zur Ausbildung mehrerer Zugangsrohre vorzusehen, um für mehrere Instrumente oder Sonden je ein eigenes Zugangsrohr zur  
30 Verfügung zu haben. Es können aber auch, abhängig vom Durchmesser der einzelnen Geräte, mehrere Geräte gleichzeitig nebeneinander in ein einziges Zugangsrohr eingeführt werden.

Ferner sind alle denkbaren Varianten der Ausstattung des  
35 Zwischenraumes möglich, abhängig vom einzelnen Anwendungsfall. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die symmetrische Anordnung der Funktions- und Versorgungskanäle in dem Ringspalt zwischen dem Außen- und Innenmantel 32, 33 des erfindungsgemäßen Trokars 1 gegenüber einer asymmetrischen Anordnungsweise vorzuziehen

ist, da hierdurch ein homogenes Krümmungsverhalten des Trokars 1 etwa bei der Betätigung der Bowdenzüge erzielt wird. Das bedeutet auch, daß die Betätigungskräfte an allen Bowdenzügen für ein Abwinkeln des distalen Endes 3 des Trokars 1 in eine beliebige Richtung untereinander gleich sind und somit die Positionierbarkeit und Handhabung des Trokars 1 verbessert wird. Sofern eine asymmetrische Anordnung etwa aufgrund besonders großer Instrumente, die durch den Innenmantel 33 geführt werden sollen, notwendig ist, sollte eine solche Verteilung der Versorgungs- und Funktionskanäle in Abhängigkeit ihrer Biegesteifigkeits- Eigenschaften vorgesehen werden, daß sich auch hier eine möglichst homogene Abwinkelcharakteristik über den gesamten Umfang des Trokars 1 ergibt.

In Fig. 4 ist nunmehr der schematische Seitenriß eines Trokar-Stülpschlauch-Systems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt.

Gemäß Fig. 4 besteht das Trokar-Stülpschlauch-System aus einem Trokar, d.h. aus dem Trokarschaft 1, dessen Aufbau vorstehend erläutert wurde und der über eine Länge von ca. 75 bis 100 cm mit einem Stülpschlauch 2 der Doppelstülpbauart bzw. mit beidseitiger Umstülpung ummantelt ist. Das distale Endstück 3 des Trokarschafts 1 ist für dessen Betätigung über die in der Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 37 gekennzeichneten Bowdenzüge mit einer manuellen Betätigungseinrichtung 4 wirkverbunden, die an einem hinteren Endabschnitt des Trokarschafts 1 innerhalb eines Gehäuses untergebracht ist.

Wie insbesondere aus den Fig. 4 und 6 zu entnehmen ist, besteht der erfindungsgemäße Stülpschlauch 2 aus einem inneren Schlauchabschnitt 2a, der durch eine Antriebs- und Führungshülse bzw. ein Schlauchführungsteil 5 gleitfähig hindurchgeführt und in seinem vorderen Bereich (Umstülpbereich) zu einem vorderen äußeren Schlauchabschnitt 2b umgestülpt ist. Der vordere äußere Schlauchabschnitt 2b ist dabei zu der Antriebs- und Führungshülse (Schlauchführungsteil) 5, welche aus einem steifen Material,

vorzugsweise einem Kunststoffmaterial besteht, zurückgeführt und an einem axialen Ende an der Antriebshülse 5 derart befestigt, daß diese zwischen dem inneren 2a und äußeren Schlauchabschnitt 2b zu liegen kommt.

5

In einem hinteren Bereich (Umstülpbereich) ist der innere Schlauchabschnitt 2a zu einem hinteren äußeren Schlauchabschnitt 2c umgestülpt, der zu der Antriebshülse 5 zurückgeführt und an einem axialen Ende der Antriebshülse 5 fixiert ist. Die Antriebshülse 5 dient zum einen als Führungselement für den inneren Schlauchabschnitt 2a, um Aufwerfungen und Falten- bzw. Schuppenbildung zu verhindern und zum anderen als Verbindungsstück des vorderen äußeren 2b und hinteren äußeren Schlauchabschnitts 2c, wobei ein Mittenbereich der Antriebshülse 5 exponiert, d.h. nicht von dem Stülp Schlauch 2 überdeckt verbleibt. In diesem Mittenabschnitt weist die Antriebshülse 5 zumindest eine Öffnung, vorzugsweise einen in Axialrichtung sich erstreckenden Längsschlitz 6 vorbestimmter Breite auf. Vorliegend sind vier, im gleichen Winkelabstand zueinander angeordneter Längsschlitze 6 vorgesehen, wie insbesondere in der Fig. 6a gezeigt wird. Des weiteren zeigt die Antriebshülse 5 gemäß Fig. 6a an ihrer Innenseite eine Anzahl von durchgehenden Längsnuten 5a, die sich an den Stirnseiten der Antriebshülse 5 öffnen. Diese Längsnuten 5a können dabei entweder achsparallel oder spiralförmig gezogen sein.

25

Wie insbesondere aus der Fig. 4 zu erkennen ist, ist das Material, d.h. die Materialart und die Materialstärke des Stülp Schlauchs 2 derart gewählt, daß sich im vorderen und hinteren Stülpbereich 2d, 2e jeweils eine wulstförmige Aufweitung infolge einer Materialanhäufung an der Umstülpung ausbildet, die im inneren Bereich zu einer vorbestimmten Einengung des Innendurchmessers des Stülp Schlauchs 2 führt.

35

Gemäß der Fig. 4 liegt der Stülp Schlauch 2 an seinem vorderen Stülpbereich 2d gleitend an einem kegelförmigen vorderen Klemmstück 7 an, das zumindest in Axialrichtung fest auf dem Trokarschaft 1 sitzt und sich in Eindringrichtung des

Trokarschafts 1 konisch verjüngt. Der hintere Stülpbereich 2e des Stülp Schlauchs 2 liegt ebenfalls an einem hinteren Klemmstück 8 gleitend an, das in diesem besonderen Ausführungsbeispiel genau wie das vordere Klemmstück 7 fest auf dem Trokarschaft 1 sitzt und auch eine entsprechende Form besitzt. Das hintere Klemmstück 8 verjüngt sich jedoch konisch entgegengesetzt zur Eindringrichtung des Trokars. An dieser Stelle sei jedoch darauf hingewiesen, daß zumindest das hintere Klemmstück 8 eine beliebige äußere Form aufweisen kann, da es nicht in den zu untersuchenden Hohlraum eingeführt wird.

Aus der Fig. 4 ist ferner deutlich zu entnehmen, daß sich zwischen dem inneren Schlauchabschnitt 2a des Stülp Schlauchs 2 und dem Trokarschaft 1 ein schmaler Ringspalt 9 ausbildet, der axial durch die beiden Wülste in den Umstülpbereichen 2d, 2e des Stülp Schlauchs 2 begrenzt wird, die sich dichtend an die äußere Mantelfläche d.h. den Außenmantel des Trokars 1 anlegen.

Um die Antriebshülse 5 ist in deren Mittenbereich eine Antriebs- oder Vorschubeinrichtung 10 angeordnet. Diese Vorschubeinrichtung 10 besteht vorliegend aus einem Gehäuse 11 vorzugsweise aus einem Kunststoff oder einer nichtrostenden Metallegierung, in welchem der nachfolgend noch beschriebene Antriebsmechanismus für den Stülp Schlauch 2 gemäß dem ersten zweiten und dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung untergebracht ist. Das Gehäuse 11 selbst besteht aus zwei schalenförmigen Gehäusehälften 11a, 11b, die an einem freien Kantenabschnitt längs der Antriebshülse 5 aufklappbar mittels eines nicht gezeigten Gelenks oder Scharniers aneinanderscharniert und an dem gegenüberliegenden freien Kantenabschnitt mittels einer ebenfalls nicht gezeigten Riegeleinrichtung verriegelbar sind. Alternativ hierzu können die Gehäusehälften 11a, 11b natürlich auch vollständig geteilt und mittels zweier Riegeleinrichtungen verbindbar sein. An den bezüglich der Antriebshülse 5 querlaufenden Seitenwandungen des Gehäuses 11 befinden sich an jeder Gehäusehälfte 11a, 11b der äußeren Querschnittsform der Antriebshülse 5 angepaßte

Aussparungen, die in zusammengeklapptem und verriegeltem Zustand des Gehäuses 11 jeweils ein in sich geschlossenes Ausnehmungs- oder Öffnungsprofil entsprechend der Außenkontur der Antriebshülse 5 bilden und diese nach Außen dichtend umschließen. Die Aussparungen sowie die freien Kanten der Gehäusehälften 11a, 11b sind an ihren jeweiligen Schnitt- bzw. Kantenflächen mit Nuten 12 (nicht weiter gezeigt) versehen, in die Dichtungsstreifen 13 eingeklemmt oder geklebt sind, die sich bei Zusammenklappen der Gehäusehälften 11a, 11b dichtend an die Mantelfläche der Antriebshülse 5 anlegen, um so einen Gehäuseinnenraum dichtend abzuschließen.

Vorliegend besitzt die Antriebs- und Schlauchführungshülse 5 im Querschnitt eine kreisförmige Außenkontur entsprechend dem Kreisquerschnitt des Stülp Schlauchs 2, um eine möglichst dichte und spannungsfreie Verbindung mit dem Stülp Schlauch zu gewährleisten. Sie kann aber auch eine linsenförmige oder anderweitige Querschnittsform in Abhängigkeit der Konstruktion des Antriebsmechanismus aufweisen.

Dieser Antriebsmechanismus umfaßt gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung einen nicht weiter gezeigten Antriebsmotor, der über einen Getriebezug (ebenfalls nicht dargestellt) auf eine Anzahl von Reibrädern 14 einwirkt. Diese Reibräder 14 sind an den beiden Gehäusehälften 11a, 11b jeweils derart gelagert, daß sie in zusammengeklapptem bzw. geschlossenem Zustand des Gehäuses 11 jeweils in einen Längsschlitz 6 der Antriebshülse 5 eindringen und mit einer vorbestimmten vorzugsweise über Federn einstellbaren Anpreßkraft auf dem inneren Schlauchabschnitt 2a des Stülp Schlauchs 2 reibschlüssig anliegen. Vorzugsweise ist die Lauffläche jedes Antriebsrads 14 mit einem Haftbelag (Beschichtung mit Keramikteilchen oder Metallgranulat vorbestimmter Körnung) zur Erhöhung des Reibungskoeffizienten zwischen dem Stülp Schlauch 2 und dem Antriebsrad 14 überzogen. Alternativ können die Reibräder 14 natürlich auch als Ganzes aus einem entsprechenden Material, beispielsweise Schleifkeramik, gefertigt sein. Die Anpreßkraft ist ferner in Abhängigkeit von dem Material und der Wandstärke des

Stülpschlauchs 2 so gewählt, daß ein gleichmäßiger, im wesentlichen schlupffreier Vortrieb des Stülpschlauchs 2 über die Reibräder 14 gewährleistet ist.

- 5 Das Trokar-Stülpschlauch-System gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist des weiteren mit einem Schmier-System zur Schmierung der Relativ-Gleitbewegung zwischen dem Trokar 1 und dem inneren Schlauchabschnitt 2a, sowie zwischen dem inneren und äußeren Schlauchabschnitt 2a, 10 2b, 2c ausgerüstet, das nachfolgend beschrieben wird.

- Dieses Schmier-System umfaßt eine erste Schmiermittelförder- und Zuführvorrichtung 15 mit einer Druckluftpumpe (nicht 15 gezeigt) bzw. einem Druckluftanschluß, der an einen Druckbehälter 18 angeschlossen ist, um diesen mit Druckluft zu beaufschlagen bzw. zuzuführen. Dieser Druckbehälter 18 besitzt einen aufklapp- oder entfern-baren Deckel 18a, mittels dem eine Be- und Entladeöffnung verschließbar ist. Innerhalb des Druckbehälters 18 befindet sich ein entnehmbarer bzw. 20 auswechselbarer Kunststoff- oder Gummibeutel 18b oder alternativ ein Schmiermittelfaltenbalg, der mit dem zu verwendenden Schmiermittel gefüllt ist. Dieser Beutel oder Balg 18b hat einen Auslaßschlauch 18c, der durch eine, vorzugsweise der Anschlußstelle der Pumpe gegenüberliegende 25 Bohrung des Druckbehälters 18 geführt ist. Die Bohrung schließt dabei dichtend am Auslaßschlauch 18c ab, wofür in diesem Ausführungsbeispiel ein Dichtungskeder an der Bohrung angebracht ist. Zusätzlich oder alternativ zu dieser Dichtung legt sich der Beutel 18 dichtend an der Druckbehälterwand an, so daß die Auslaßbohrung im wesentlichen luftdicht von der 30 Anschlußstelle der Pumpe, welche sich vorzugsweise im Deckel 18a befindet, durch den Beutel 18b abgetrennt wird.

- Am freien Ende des Auslaßschlauchs 18c ist ein Kupplungsstück 35 30 vorgesehen, das mit einem entsprechenden Kupplungsgegenstück 31 eines Zuführschlauchs 16 des Trokar-Stülpschlauch-Systems verbindbar ist, das aus dem hinteren Endabschnitt des Trokarschafts 1 insbesondere aus dem Gehäuse der Betätigungseinrichtung 4 seitlich herausragt. Der



Zuführschlauch oder Kanal 16 ist hierbei, wie in der Fig. 4 andeutungsweise gezeigt wird, innerhalb des Trokarschafts 1 d.h. in dem Ringspalt zwischen dem Außenmantel 32 und dem Innenmantel 33 des Trokars 1 bis zu einer im Außenmantel 32 des Trokarschafts 1 ausgebildeten Auslaßbohrung 17 im Bereich des Stülperschlauchs 2 weiterverlegt.

Die beiden Kupplungsstücke des Auslaß- 18c und des Zuführschlauchs 16 sind in der Fig. 4a schematisch dargestellt.

Demzufolge besitzt das eine Kupplungsstück 30 einen Kupplungsflansch mit einer Überwurfmutter oder einem Bajonettverschluß, wobei die Mündung des Auslaßschlauchs 18c durch eine Membran verschlossen ist. Das andere Kupplungsgegenstück 31 hat ein der Überwurfmutter oder dem Bajonettverschluß entsprechendes Gegenelement sowie eine nadelförmig oder mit einer Schneide ausgebildeten Kanüle als äußerstes Ende des Zuführschlauchs 16. Beim Zusammenstecken der beiden Kupplungsstücke 30, 31 durchdringt die Kanüle die Membran und stellt so eine Fluidverbindung zwischen dem Auslaßschlauch 18c und dem Zuführschlauch 16 her.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Anordnung der Kupplung 30, 31 keinesfalls am Trokar 1 sein muß. Das eine Kupplungsstück 30 kann beispielsweise auch in der Bohrung des Druckbehälter 18 integriert sein, wobei in diesem Fall das Gegenstück 31 unmittelbar am Beutel 18b platziert werden kann, so daß bei Einsetzen des Beutels 18b automatisch eine Verbindung zum Trokar 1 hergestellt wird. In dessen ist die erste Ausführungsvariante zu bevorzugen, da hierdurch bereits bei Zusammenstecken der beiden Schläuche 18c und 16 der Auslaßschlauch 18c über seine gesamte Länge mit Schmiermittel vorab gefüllt ist und damit eine nachträgliche Entlüftung des Schmiermediums nicht mehr erforderlich ist.

Wie ferner in der Fig. 4 gezeigt ist, durchdringt der Zuführschlauch 16 die Auslaßbohrung oder Bohrungen 17, derart, daß keine Leckage an Schmiermittel in das Innere des

Trokarszwischenraums und damit in den Zugangskanal des Innenmantels auftreten kann und mündet dabei in den Ringspalt 9 zwischen dem inneren Stülp Schlauchabschnitt 2a und dem Trokarschaft 1, der durch den vorderen und hinteren Stülpbereich 2d, 2e axial fluiddicht begrenzt wird. Anstelle 5 der zumindest einen Auslaßbohrung 17 kann dabei natürlich auch eine Perforation des Außenmantels 32 des Trokarschafts 1 an der entsprechenden Stelle vorgesehen sein, wobei im ringförmigen Zwischenspalt des Trokarschafts 1 eine eigene 10 Schmiermittelleitung 16 mit mehreren Auslässen zur Manteloberfläche vorzugsweise zwischen den Windungen der Außenwendel hindurch verlegt sein kann.

Des weiteren ist im hinteren Endbereich des Trokars gemäß der 15 Fig. 4 ein magnetisches oder elektromagnetisches Klappenventil 4a angeordnet, das den Innenraum des Trokars nach außen verschließt. Dieses Ventil besteht im wesentlichen aus einer oder zwei Klappen, die über ein Scharnier am Trokar angelenkt und mittels eines Elektromagneten betätigbar sind. Hierdurch 20 wird eine Leckageströmung vom distalen Ende über den Innenraum bis zum Endbereich des Trokars vollständig verhindert.

Der Förderdruck der ersten Schmiermittelfördervorrichtung 15 ist ferner so gewählt, daß der entstehende Staudruck innerhalb 25 des Ringspalts 9 zwischen dem Trokarschaft 1 und dem inneren Schlauchabschnitt 2a, kleiner ist als der Anpreßdruck der wulstförmigen Umstülpbereiche 2d, 2e des Stülp Schlauchs 2 auf den Trokarschaft 1. In diesem Fall wirken die Umstülpbereiche 2d, 2e zusammen mit dem Schaft 1 unmittelbar als Dichtungen, 30 die eine Leckage an Schmiermittel verhindern. Des weiteren hat dies den Vorteil, daß diese Art von Dichtung vorerst nicht entlang des Trokarschafts 1 oder mit entsprechendem Anpreßdruck am vorderen Endstück 7 gleiten muß sondern systementsprechend am Trokarschaft 1 abwälzt, wodurch eine 35 Erhöhung der notwendigen Vorschubkraft auf den inneren Schlauchabschnitt 2a zur Überwindung von Reibkräften unterbleibt. Dies wiederum führt zu einer verringerten notwendigen Anpreßkraft der Reibräder 14 auf den inneren Schlauchabschnitt 2a. Auf diese Weise wird auch gewährleistet,

daß der Trokarschaft 1 innerhalb des Stülpschlauchs 2 drehbar bleibt, um so bei anormalen Darmwindungen ein Durchfahren durch den Darm möglich zu machen.

- 5 Des weiteren umfaßt das Schmiersystem eine zweite Schmiermittelförder- und Zuführvorrichtung 19, die über einen Zuführschlauch oder Kanal 20 mit dem Gehäuse 11 der Antriebseinrichtung 10 verbunden ist. Der konstruktive Aufbau der zweiten Schmiermittelförder- und Zuführvorrichtung 19
- 10 entspricht im Prinzip dem der ersten Schmiermittelförder- und Zuführvorrichtung 15 bzw. den hierzu beschriebenen Alternativen, so daß an dieser Stelle auf die entsprechenden Textstellen verwiesen werden kann.
- 15 Die zweite Schmiermittelförder- und Zuführeinrichtung 19 ist hingegen wie bereits angedeutet, an das Antriebsgehäuse 11 angeschlossen, um das geförderte Schmiermittel in den dicht verschlossenen Innenraum des Antriebsgehäuses 11 zu pressen, wobei die Kupplung unmittelbar an dem Gehäuse 11 angeordnet
- 20 ist. Dieses Schmiermittel hat ferner über die Öffnungen oder Längsschlitze 6 in der Antriebshülse 5 Zugang in den Hohlraum zwischen dem inneren und äußeren Schlauchabschnitt 2a, 2b, 2c des Stülpschlauchs 2, um somit die Relativ-Gleitbewegung zwischen dem inneren und äußeren Schlauchabschnitt 2a, 2b, 2c
- 25 zu schmieren. Darüber hinaus bewirkt das Schmiermittel innerhalb des Antriebsgehäuses 11 natürlich auch eine Schmierung des Antriebsmechanismus, d.h. der Lagerung der Reibräder 14 selbst.
- 30 Zur Funktions- und Betriebsweise des Trokar-Stülpschlauchsystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird folgendes ausgeführt:

- Gemäß Fig. 3 wird zum Einführen des Trokars 1, bzw. des
- 35 Trokarschafts 1 in den Darm eines Patienten über dessen Anus der Antriebsmechanismus 10, d.h. das Antriebsgehäuse 11 auf einen Sockel 43 montiert, der bezüglich einer Unterlage 42, auf der der Patient zumindest teilweise liegt, höhenverstellbar und in jede Richtung schwenkbar ist, so daß

- das distale Ende 3 des Trokarschafts 1 entsprechend dem individuellen Körperbau des Patienten angepaßt werden kann. Anschließend wird das distale Ende 3 des Trokarschafts 1, d.h. ein kurzes Stück in den Anus eingeschoben, solange, bis der
- 5 Stülpschlauch 2 den Schließmuskel passiert hat. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die Trokarspitze, d.h. die Vorderkante am distalen Ende des Trokarschafts abzurunden, um so Verletzungen der Darmwand zu vermeiden.
- 10 Hierauf wird über den Trokarschaft 1 bzw. den darin geführten Versorgungskanal CO<sub>2</sub>-Gas in den Darm eingeleitet, um diesen zu entfalten, worauf die Antriebseinrichtung 10 betätigt wird, um die Reibräder 14 (nicht gezeigt) mit einer vorbestimmbaren oder während des Betriebs auch änderbaren Umdrehungszahl
- 15 anzutreiben. Entsprechend dieser Umdrehungszahl wird der innere Schlauchabschnitt 2a langsam in Eindringrichtung des Trokars 1 vorgeschoben, wobei er sich im vorderen Umstülpbereich 2d kontinuierlich zu dem vorderen, äußeren Schlauchabschnitt 2b umstülpt und dabei die Darmwandung
- 20 seitlich auskleiden kann. Gleichzeitig wird die Antriebskraft der Reibräder 14 auch auf den Trokarschaft 1 übertragen, da durch die Anpreßkraft der Reibräder 14 auf den relativ weichen inneren Stülpschlauchabschnitt 2a dieser auf den Trokarschaft 1 angedrückt wird und diesen trotz des dazwischen sich
- 25 ausbreitenden Schmiermittels durch Reibungskräfte mitnimmt. D. h., durch den Vorschub des inneren Schlauchabschnitts 2a wird der Trokarschaft 1 durch Reibungskräfte zwischen dem Stülpschlauch 2 und dem Schaft 1, gegebenenfalls auch geringfügig durch Druckkräfte in Vorschubrichtung zwischen dem
- 30 vorderen Umstülpbereich 2d und dem vorderen Klemmstück 7 des Trokarschafts 1 mitgeschoben und somit in den Darm eingeführt.

- Um nunmehr die Vorschubgeschwindigkeit des Trokarschafts 1 nicht über die Eindringgeschwindigkeit des Stülpschlauchs 2
- 35 hinaus anwachsen zu lassen, wie bereits in der Beschreibungseinleitung ausführlich erläutert wurde, ist ein Rückhalten oder Abbremsen des Trokarschafts 2 gegenüber dem inneren Schlauchabschnitt 2a erforderlich. Dies geschieht gemäß den Fig. 4-8 vorliegend über das hintere Klemmstück 8,

an welches sich der hintere Umstülpbereich 2e des Stülpschlauchs 2 anlegt, der sich zwangsläufig mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt, wie der vordere Umstülpbereich 2d und der somit die Vorschubgeschwindigkeit des Trokarschafts 1 bezüglich der Eindringgeschwindigkeit des Stülpschlauchs 2 synchronisiert (d.h. das hintere Klemmstück 8, das fest auf dem Trokarschafts 1 sitzt, hält diesen zurück und leitet dabei die Reaktionskraft in den hinteren Stülpschlauchabschnitt 2c ein). Die Eindringgeschwindigkeit des Stülpschlauchs 2 ist demzufolge gleich groß wie die des Trokarschafts 1.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß während des Synchronisationsvorgangs der Vorschubbewegungen des Stülpschlauchs 2 und des Trokarschafts 1 dieser an den vorderen und hinteren Wülsten wie auch im Bereich der Antriebshülse 5 an dem inneren Stülpschlauchabschnitt 2a gleitet, wobei jedoch die Gleitschwindigkeit des Trokarschafts 1 bezüglich der vorderen und hinteren Wülste, d.h. an den Umstülpbereichen 2d und 2e bzw. gegenüber dem inneren Schlauchabschnitt 2a lediglich der Relativgeschwindigkeit beider Bauteil entspricht, die nur halb so groß ist, wie die Absolutgeschwindigkeit des inneren Stülpschlauchabschnitts 2a.

Um hierbei die Bremskräfte auf den hinteren Umstülpbereich 2e nicht zu groß werden zu lassen und damit ggf. ein Zusammenstauchen des Stülpschlauchs 2 im hinteren äußeren Schlauchabschnitt 2c durch die aufzubringenden Bremskräfte zu verhindern, ist es erforderlich, die Reibungskräfte zwischen dem Trokarschaft 1 und dem inneren Schlauchabschnitt 2a möglichst gering zu halten.

Wie vorstehend bereits beschrieben wurde, bildet sich in dem Ringspalt 9 zwischen dem Trokar 1 und dem inneren Schlauchabschnitt 2a auch im Bereich der Antriebseinrichtung 10 ein nahezu durchgehender Schmierfilm aus, der gerade noch einen Vortrieb des Trokarschafts 1 im wesentlichen durch die Reibräder 14 ermöglicht, jedoch auch die entstehende Reibung

bei der besagten Relativbewegung zwischen den beiden Bauteilen verringert. Darüber hinaus müssen die Umstülpbereiche 2d, 2e und die vorderen und hinteren Klemmstücke 7, 8 aufgrund des geringen Vortriebsanteils auf das vordere Klemmstück 7 bzw.  
5 der geringen notwendigen Bremskraft auf das hintere Klemmstück 8 nicht so stark aufeinandergepreßt werden, um beispielsweise eine Dichtwirkung zu erzielen, wie dies bisher im Stand der Technik der Fall war, da dieser Dichtungseffekt bereits durch das Zusammenwirken zwischen den wulstförmigen Umstülpbereichen  
10 2d, 2e und dem Trokarschaft 2 erreicht wird. Im übrigen wird durch die zweite Schmiermittelfördervorrichtung 19 das Schmiermittel in den Hohlraum zwischen dem inneren und äußeren Schlauchabschnitt 2a, 2b, 2c mit einem vorbestimmten Druck gepreßt, so daß hierdurch die Reibungskräfte weiter verringert  
15 werden. Hierbei reicht unter Umständen aufgrund geringer Leckage ein anfänglicher Schmiervorgang zur Befüllung des Hohlraums zwischen dem äußeren und inneren Stülperschlauchabschnitt aus, d.h. daß während zumindest einer Behandlungsdauer nicht unbedingt Schmiermittel nachgepreßt  
20 werden muß.

Das Zusammenwirken der Reibräder 14 als ein gemeinsamer kontinuierlicher Antrieb für den Stülperschlauch 2 und für den Trokarschaft 1, der vorderen und hinteren Wülste als  
25 Dichtungen zusammen mit dem Trokarschaft 1 sowie des durchgehenden Schmierfilms zwischen dem inneren Schlauchabschnitt 2a und dem Schaft 1 erlaubt somit einen äußerst exakten und präzise steuerbaren Vortrieb des Trokarschafts 1.

30 An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß an Stelle des hinteren Klemmstücks 8 auch eine zusätzliche externe Synchronisations-Antriebseinrichtung vorgesehen werden kann, die über eine Anzahl von Reibrädern auf den Trokarschaft 1 an  
35 dessen hinterem Endabschnitt einwirkt und somit die kontinuierliche Eindringbewegung des Trokars gewährleistet. Des weiteren kann als externer Synchronisations-Antrieb an Stelle der Reibradkonstruktion ein Spindelantrieb für den

geregelten kontinuierlichen Vortrieb des Trokarschafts 1 vorgesehen sein.

Um nunmehr das distale Ende 3 des Trokars 1 genau zu plazieren, werden die Bowdenzüge 37 über das Bedienerteil 4 entsprechend betätigt, wodurch sich zumindest das distale Endstück 3 in die gewünschte Richtung krümmt. Hierbei dienen die Kamera-Chips sowie die Kaltlichtquelle mit den zugehörigen Glasfaserkabeln als Überwachungs- und visuelle Untersuchungseinrichtung der zukünftigen Operationsstelle.

10

Es liegt auf der Hand, daß der flexible Trokar 1 für eine exakte Operation möglichst unbeweglich gehalten werden muß. Eine Möglichkeit der Fixierung besteht darin, über einen weiteren konventionellen Trokar, der im Falle einer Darmoperation durch die Bauchdecke des Patienten eingeführt wird, ein Fixierinstrument an die Außenseite des Darms heranzuführen und über die Darmwand den flexiblen Trokar 1 einzuspannen. Eine andere Möglichkeit wäre, den flexiblen Trokar 1 vorzugsweise unter Röntgen- oder Ultraschallkontrolle auszusteifen. Beispielsweise können die Bowdenzüge 37 gleichzeitig verkürzt werden, wobei sich der Trokar 1 infolge der lockeren Wickelweise der Außenwendel zusammenzieht, bis die Windungen der Außenwendel aneinander anliegen, wodurch der Außenmantel 32 zu einem starren Rohr komprimiert wird. Auch können Versteifungsstreben oder Stangen in freie Funktionskanäle eingezogen werden, um den Außenmantel des Trokar 1 biegesteif zu machen.

Nach der Fixierung des Trokars 1 innerhalb des Darms kann ein Operationsinstrument durch den Innenmantel 33 zur Operationsstelle geführt und unter ständiger Überwachung per Kamera-Chip und/oder per Optik mit der Operation begonnen werden.

Hierfür können beispielsweise die Umrisse der zu entfernenden Geschwulst durch eine Vielzahl von Löchern in die Darmwand per Laser oder einfach durch Messerschnitte markiert werden, wobei diese Löcher durch einen weiteren, über die Bauchdecke eingeführten Trokar aufgrund des durchschimmernden Lichts der

Kaltlichtleitungen erkennbar sind. Somit kann die Geschwulst über den äußeren Trokar entfernt werden, ohne daß der Darm aus der Bauchhöhle genommen werden muß. Natürlich ist aber auch eine Operation ausschließlich von Innen, d.h. über den flexiblen Trokar 1 möglich.

Das Zurückziehen des Trokars 1 nach beendeter Operation erfolgt im wesentlichen auf die gleiche Weise wie der Eindringvorgang, wobei in diesem Fall jedoch das vordere Klemmstück 7 die Synchronisation der Bewegungsgeschwindigkeiten zwischen dem Trokarschaft 1 und dem Stülpschlauch 2 übernimmt, während das hintere Klemmstück 8 weitestgehend belastungsfrei ist.

Im nachfolgenden wird ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Fig. 5, 5a und 5b beschrieben, wobei lediglich auf die zum ersten Ausführungsbeispiel unterschiedlichen Konstruktionsmerkmale eingegangen wird.

Wie in der Fig. 5 gezeigt wird, ist gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung das hintere Klemmstück 8 als eine hohle Manschette ausgeführt, die zusammen mit dem Trokarschaft 1 einen im wesentlichen geschlossenen Hohlraum ausbildet. Vorzugsweise ist die hintere hohle Manschette axial in zwei Halbschalen symmetrisch teilbar, um so besser an den Trokarschaft 1 angelegt werden zu können. Die zum Stülpschlauch 2 gerichtete Seiten- oder Anlagewandung 8a des manschettenförmigen Klemmstücks 8 hat im Bereich des Trokarschafts 1 zumindest einen zum Stülpschlauch 2 vorragenden Schmiermitteleinspritzschuh 28. Dieser Schuh 28 ist insbesondere in Fig. 5b in seinem Querschnitt gezeigt. Demzufolge erstreckt sich der Schmiermitteleinspritzschuh 28



zumindest über einen 1/3-Kreis oder über einen 1/2-Kreis um den Trokarschaft 1. Vorzugsweise sind zwei diametrisch zueinander liegende Schmiermitteleinspritzschuhe 28 vorgesehen, obgleich in Fig. 5b lediglich ein Schuh gezeigt ist. Gemäß der Fig. 5a kann der vorstehend beschriebene Hohlraum der Einfachheit halber auch durch einen Kanal für das Zuführen von Schmiermittel ersetzt sein. Die Schmiermitteleinspritzschuhe 28 liegen ferner zumindest an ihrem äußersten Endabschnitt elastisch auf der äußeren Mantelfläche des Trokarschafts 1 auf und haben jeweils mindestens einen Schmiermittelkanal, wie in der Fig. 5a gezeigt wird, der sich an dem hinteren Ende (Wurzel) des Schmiermitteleinspritzschuhs 28 in den Hohlraum bzw. den Zuführkanal der Manschette und an seinem vorderen freien Ende in den Ringspalt 9 öffnet.

Alternativ zu dem vorstehend beschriebenen Schmiermitteleinspritzschuh 28 können lediglich auch eine Anzahl von Ausnehmungen oder Einkerbungen (nicht näher gezeigt) in der Seitenwand 8a der Manschette 8 vorgesehen sein, die einen Austrittsspalt oder Spalte zwischen dem Trokarschaft 1 und der Anlagewandung 8a bilden.

Des weiteren ist das hintere Klemmstück 8 mit einem Leitungsanschluß 8b versehen, der über die Zufuhrleitung 16 und den Auslaßschlauch 18c mit der ersten Schmiermittelfördervorrichtung 15 fluidverbunden ist. Alle weiteren Teile des Trokar-Stülpschlauch-Systems gemäß der Fig. 5 entsprechen denen des ersten Ausführungsbeispiels.

30

Während des Betriebs des Trokar-Stülpschlauch-Systems gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung fördert die erste Schmiermittelfördervorrichtung 15 das

Schmiermittel in den Hohlraum innerhalb des hinteren manschettenförmigen Klemmstücks 8, der sich entsprechend anfüllt. Bei einem bestimmten Druck innerhalb des Hohlraums strömt das Schmiermittel aus dem Schmiermittelkanal innerhalb des Schmiermitteleinspritzschuhs 28 bzw. aus den Spalten in 5 der Anlagewandung 8a aus und dringt in den Ringspalt 9 zwischen dem Trokarschaft 1 und dem inneren Schlauchabschnitt 2a des Stülp Schlauchs 2 zur Schmierung der Relativ-Gleitbewegung beider Bauteile ein. Um eine Leckage am 10 Schmiermitteleinspritzschuh 28 bzw. am Austrittsspalt des hinteren Klemmstücks 8 zu vermeiden, wirkt der hintere Umstülpbereich 2e des Stülp Schlauchs 2 als Dichtung, gegen den Trokarschaft 1 und gegen die Anlageseite 8a des hinteren Klemmstücks 8. Auch umschließt der hintere 15 Stülp Schlauchbereich der Schmiermitteleinspritzschuh 28 über seine gesamte Länge dichtend ab.

Durch diese Maßnahme erübrigt sich die aufwendige Installation von zusätzlichen Schmiermittelkanälen in dem Zwischraum 20 zwischen dem Außen- 32 und Innenmantel 33 des Trokars 1, wodurch die offene Querschnittsfläche durch die chirurgische Instrumente geführt werden, weiter vergrößert ist.

Abschließend sei bezüglich des ersten und zweiten 25 Ausführungsbeispiels der Erfindung darauf hingewiesen, daß insbesondere der Antrieb des Trokars 1 durch Bauteile unterschiedlich zu den Reibrädern 14 erfolgen kann. So könnten beispielsweise für die Vorschubeinrichtung 10 des Stülp Schlauchs 2 Zahnräder vorgesehen sein, die auf den 30 inneren Schlauchabschnitt 2a einwirken. All diese Varianten haben jedoch gemeinsam, daß die in Radialrichtung wirkende Anpreßkraft ausreicht, um den inneren Schlauchabschnitt 2a gegen den Trokarschaft 1 für dessen kontinuierlichen Antrieb

trotz des Vorhandenseins von Schmiermittel zu drücken, wodurch die exakte Positionierbarkeit des distalen Endes 3 an einer zu untersuchenden und zu operierenden Stelle ermöglicht wird.

- 5 Schließlich wird nachfolgend ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Bezug auf die Fig. 7 näher beschrieben, wobei nur auf die Bauteile eingegangen wird, die zu den vorherstehenden Ausführungsbeispielen unterschiedlich sind. Alle weitere Merkmale entsprechen denen  
10 des ersten oder zweiten Ausführungsbeispiels.

- Gemäß der Fig. 7 besteht die Antriebseinrichtung des dritten Ausführungsbeispiels aus einem Antriebsgehäuse 11, das um die Schlauchführungshülse 5 wie im ersten und zweiten  
15 Ausführungsbeispiel gelegt ist und in dem zumindest zwei Vakuumgreifer in Axialrichtung des Trokarschafts 1 alternierend bewegbar angeordnet sind. Die Vakuumgreifer bestehen aus kleinen, durch die Öffnungen in der Antriebshülse 5 durchgreifenden, an dem inneren Stülpschlauchabschnitt 2a  
20 dicht anliegenden Klötzchen mit Saugnäpfen, die auf der mit dem Schlauch 2a in Kontakt stehenden Seite der Klötzchen ausgebildet sind und die durch einen von einer Vakuumpumpe erzeugten Unterdruck das Schlauchmaterial im Bereich des inneren Stülpschlauchabschnitts 2a ansaugen und so eine kraft-  
25 und formschlüssige Verbindung zum inneren Schlauchabschnitt 2a herstellen. Die Vakuumpumpe (nicht gezeigt) ist hierfür an einen Vakuumananschluß angeschlossen, der im Gehäuse 11 der Antriebseinrichtung 10 ausgebildet und über Kanäle innerhalb der Klötzchen mit den Saugnäpfen verbunden ist. Die Bewegung  
30 der Klötzchen, welche durch eine nicht näher gezeigte Bewegungsmechanik bewerkstelligt wird, sowie das Erzeugen des Unterdrucks innerhalb der Saugnäpfe wird derart gesteuert, daß die Klötzchen abwechselnd bzw. bei mehr als zwei Klötzchen in

gleichmäßigen Abständen fortlaufend mit entsprechend  
synchronem Ansaugen und Freigeben des inneren  
Stülpschlauchabschnitts 2a hin- und herbewegt werden und dabei  
eine quasi kontinuierliche und gleichmäßige Vorschubbewegung  
5 des Stülpschlauchs 2 erzeugen.

Wie in der Fig. 7 gut zu erkennen ist, bewirkt das  
Vakuumisieren der Saugnäpfe ein geringfügiges Abheben des  
inneren Stülpschlauchabschnitts 2a vom Trokarschaft. Die  
10 Vorschubkraft auf den Trokarschaft 1 erfolgt in diesem  
Ausführungsbeispiel im wesentlichen wie bei den bisherigen  
Ausführungen. Die gesamte Anordnung ist dabei wie im ersten  
und zweiten Ausführungsbeispiel mit einem Schmiermittel  
gefüllt, das die Schmierung des Stülpschlauchs 2 übernimmt.

15 Die Fig. 8 zeigt eine zum dritten Ausführungsbeispiel  
alternative Ausführungsvariante, bei der durch Erzeugen eines  
Unterdrucks eine Antriebskraft auf den Stülpschlauch anlegbar  
ist.

20 Wie aus der Fig. 8 zu entnehmen ist, bildet der beidseitig  
umgestülpte Stülpschlauch 2 zusammen mit einem Gehäuse 11 des  
Antriebsmechanismus ein einstückiges Bauteil ohne die  
Anordnung einer Antriebshülse. D.h., daß in diesem  
25 Ausführungsbeispiel die freien Enden der äußeren vorderen und  
hinteren Schlauchabschnitte 2b und 2c direkt an den  
Seitenwänden des Antriebsgehäuses 11 dichtend befestigt sind.

Der Antriebsmechanismus des dritten Ausführungsbeispiels wird  
30 dabei durch eine Art Raupenantrieb bestehend aus zumindest  
einem elastischen Endlosband gebildet, welches über zumindest  
zwei in Vorschubrichtung voneinander beabstandeter Räder  
gespannt und angetrieben wird. Die gesamte Antriebseinrichtung

ist in dem vorzugsweise in Längsrichtung zweigeteilten, luftdicht verschließbaren Gehäuse untergebracht, welches einen Sauganschluß aufweist. Das Endlosband weist an seiner Oberfläche eine Anzahl von Öffnungen oder eine Perforation auf. Der Sauganschluß ist über eine Schlauchleitung an eine nicht gezeigte Vakuumpumpe angeschlossen.

Das Gehäuse 11 selbst ist auf seiner dem inneren Schlauchabschnitt 2a zugewandten Seite offen, wobei das Endlosband derart geführt ist, daß es die offene Seite des Gehäuses 11 möglichst dicht verschließt. Spalte zwischen den Seitenrändern des Endlosbands und dem Gehäuse 11 können durch geeignete Dichtlippen verschlossen sein, die an den Gehäusewänden befestigt sind und an denen das Endlosband gleitet. Des weiteren ist das Gehäuse 11 bezüglich des daran befestigten Stülp Schlauchs 2 derart angeordnet, daß sich die nach außen exponierte Seite des Endlosbands mit einem geringen Spalt oder Abstand oberhalb des inneren Schlauchabschnitts 2a ausrichtet.

Im Betrieb dieser Vorrichtung wird der Innenraum des Gehäuses 11 durch die Vakuumpumpe evakuiert, wobei Luft durch die Perforation in dem Endlosband angesaugt wird. Hierbei wird gleichzeitig der innere Schlauchabschnitt 2a mit angesaugt, der sich dichtend an die Außenseite des Endlosbands anlegt. Durch dieses Abdichten der Perforation erhöht sich der Unterdruck innerhalb des Gehäuses derart, daß sich das Endlosband aufgrund dessen Elastizität nach innen wölbt und dabei den inneren Schlauchabschnitt 2a mitnimmt, wie in der Fig. 8 deutlich gezeigt wird.

Durch diese Maßnahme wird der innere Schlauchabschnitt 2a über die Länge des Endlosbands fest an diesem gehalten und

gleichzeitig vom Trokarschaft 1 beabstandet. Der Vortrieb des Trokarschafts 1 erfolgt somit im wesentlichen durch die Anlagekräfte, die bei einer Vorschubbewegung des vorderen äußeren Schlauchabschnitts 2b durch das Endlosband am vorderen Umstülpbereich 2d auf das vordere Klemmstück 7 aufgebracht werden, wobei der innere Schlauchabschnitt 2a insbesondere im Bereich der Antriebseinheit kontaktlos bleibt. Aufgrund der geringen Reibungskräfte ist die notwendige Vorschubkraft auf das vordere Klemmstück 7 relativ niedrig, so daß mit keinem Schuppen (Faltenbildung) im vorderen Abschnitt des Stülperschlauchs 2 zu rechnen ist. Im übrigen wird wie beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel ein Schmiermittel in den Ringspalt 9 gepreßt, wodurch die Reibung insbesondere im Bereich der vorderen und hinteren Dichtungswülste 2d, 2e weiter verringert wird.

Auch das dritte Ausführungsbeispiel wie auch dessen alternative Ausführungsvariante sieht demzufolge wie beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel einen kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich arbeitenden mechanisch auf den Stülperschlauch 2 einwirkenden Antriebsmechanismus vor, der eine exakt steuerbare Fortbewegung des Trokars gewährleistet.

Die Erfindung betrifft zusammenfassend einen flexiblen Trokar zur minimal invasiven Operation des Dickdarms über seine gesamte Länge vom Anus aus. Der flexible Trokar besteht aus dem Außenmantel 32 und dem Innenmantel 33. In dem dazwischen befindlichen Raum bzw. Ringspalt verlaufen sämtliche Versorgungs- bzw. Funktionsleitungen. Dazu gehören sowohl die Bowdenzüge 37 zur Verstellung des distalen Endes 3 des Trokars 1, als auch Leitungen für eine Optik, Beleuchtung, Spülung mit Flüssigkeit, Spülung mit Luft, CO<sub>2</sub> o.ä. und Schmierung. Der Innendurchmesser des Innenrohrs 33 ist so bemessen, daß er

groß genug ist, mindestens ein oder mehrere Operationswerkzeuge für die minimal invasive Operation hindurch und an die Operationsstelle zu führen. Der Trokar 1 wird mittels eines Stülpschlauchsystems in den Darm eingeführt. Der Antrieb des Schlauchs erfolgt über eine Anzahl von Reibrädern, Saugnäpfen oder Raupen, die auf einen inneren Schlauchabschnitt einwirken, um das System für eine kontinuierliche Bewegung anzutreiben. Zur Abdichtung des Spalts 9 zwischen dem Trokar 1 und dem inneren Schlauchabschnitt bilden vordere und hintere Umstülpbereiche jeweils eine Aufwülstung, die sich dichtend an den Trokar 1 anlegen. Die Zufuhr von Schmiermittel in den Spalt 9 zwischen dem Trokar 1 und innerem Schlauchabschnitt erfolgt über eine im wesentlichen radiale Außenmantelbohrung im Bereich des Stülpschlauchs, die entweder über eine Funktionsleitung an eine externe Zuführleitung angeschlossen ist oder über das hintere Klemmstück mittels eines an die Außenmanteloberfläche angepaßten Schmiermitteleinspritzschuhs.

20

25

30

Patentansprüche

1. Trokar zum Heranführen von chirurgischen Instrumenten  
und/oder Diagnoseeinrichtungen,  
5           **gekennzeichnet durch**  
ein flexibles Zugangsrohr (1), das in einen Körperhohlraum  
einführbar ist und einen flexiblen Außenmantel (32) sowie  
einen flexiblen Innenmantel (33) hat, die zwischen sich  
zumindest einen Zwischenraum zur Aufnahme von Versorgungs- und  
10 Funktionskanälen ausbilden.
2. Trokar nach Anspruch 1,  
          **dadurch gekennzeichnet, daß**  
der Innenmantel (33) coaxial zum Außenmantel (32) angeordnet  
15 ist und der Zwischenraum einen Ringspalt ausbildet.
3. Trokar nach Anspruch 2,  
          **gekennzeichnet durch**  
eine Anzahl von axial voneinander beabstandeter Stege in Form  
20 von gelochten Ringscheiben, die als Abstandshalter in den  
Ringspalt eingesetzt sind und die ein Durchführen der  
Versorgungs- und Funktionskanäle ermöglichen.
4. Trokar nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
25           **dadurch gekennzeichnet, daß**  
am distalen Ende (3) des flexiblen Zugangsrohres (1)  
mindestens ein Kamera-Chip (38) oder ein Optiksystem  
angeordnet ist, das über eine in zumindest einem  
Versorgungskanal verlegte elektrische oder optische Leitung  
30 mit einem Videoprozessor oder einem Sichtgerät verbunden ist.
5. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
          **dadurch gekennzeichnet, daß**  
der Zwischenraum mindestens eine Versorgungsleitung zur  
35 Aufnahme eines Beleuchtungssystems (41) enthält.
6. Trokar nach Anspruch 5,  
          **dadurch gekennzeichnet, daß**



das Beleuchtungssystem (41) ein Lichtfaserkabel für Kaltlicht ist, das an eine Kaltlichtquelle angeschlossen ist.

5        7. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Zwischenraum mindestens einen Kanal zur Aufnahme eines  
         Versorgungssystems (39) für das Zu- und/oder Abführen von Luft  
         oder CO<sub>2</sub> enthält.

10       8. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Zwischenraum mindestens einen Spül- und/oder Saugkanal  
         (40) zur Ver- und Entsorgung des distalen Endes (3) mit  
         Spülflüssigkeit sowie zur Abführung von Körpersekreten, Blut,  
15       Körpergewebe usw. enthält.

         9. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Außenmantel (32) einen Außendurchmesser von ca. 20-25mm  
20       hat.

         10. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Außendurchmesser des Außenmantels (32) vorteilhafterweise  
25       22mm beträgt.

         11. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Innenmantel (33) eine Einführöffnung mit einem  
30       Innendurchmesser von ca. 13-15mm bildet.

         12. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         der Innenmantel (33) vorteilhafterweise eine Innendurchmesser  
35       von 14mm hat, wobei zusätzliche rippenförmige Radialvorsprünge  
         an der Innenseite des Trokarschafts in gleichem Umfangsabstand  
         zueinander ausbildbar sind, die den effektiven  
         Innendurchmesser des Innenmantels um ca. 1mm verengen.

13. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Außenmantel (32) eine Wendel aus einem locker gewickelten  
Flachbandmaterial hat, deren jeweils zwei benachbarte  
5 Windungen einen Abstand von ca. 2 bis 3mm aufweisen.

14. Trokar nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
als Flachbandmaterial Federstahl oder ein elastischer  
10 Kunststoff vorzugsweise mit rechteckigem Profil verwendet ist.

15. Trokar nach einem der Ansprüche 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Wendel an ihrer Außenseite mit einer Haut (34) aus einem  
abriebfesten Kunststoff vorzugsweise aus PVC beschichtet ist,  
15 so daß ein Verbundmaterial entsteht.

16. Trokar nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
20 die Wendel an ihrer Innenseite mit einer Haut (36) aus  
einem Kunststoffmaterial überzogen ist.

17. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
25 der Innenmantel (33) aus einer dicht gewickelten Spiralfeder  
aus einem Federstahldraht oder Kunststoff besteht, wobei  
jeweils zwei benachbarte Windungen der Spiralfeder eng  
aneinander liegen.

30 18. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 und  
4 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Außenmantel (32) und der Innenmantel (33) im wesentlichen  
coaxial mit einem vorbestimmten Radialabstand zueinander  
35 liegen.

19. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß

die Versorgungs- bzw. Funktionsleitungen symmetrisch oder in gleichen Abständen in Umfangsrichtung in dem Zwischenraum zwischen dem Außenmantel (32) und dem Innenmantel (33) angeordnet sind.

5

20. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenraum zwischen dem Innen- und Außenmantel (32, 33) in den Bereichen radial aufgeweitet ist, in denen die Versorgungs- bzw. Funktionsleitungen angeordnet sind, und daß an diesen Stellen radiale Innenvorsprünge als Gleitlager ausgebildet sind.

15 21. Trokar nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das der flexible Trokar eine Einführtiefe bis zumindest zur zweiten Sigmaschleife eines Dickdarms hat.

20 22. Trokar nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in zumindest zwei, vorzugsweise vier Funktionskanälen jeweils ein Bowdenzug (37) verlegt ist, die an ihrem einen Ende am distalen Endabschnitt (3) des Trokar (1) befestigt und an 25 ihrem anderen Ende an einem Bedienerteil (4) zur Betätigung des Trokars (1) angelenkt sind.

23. Stülpschlauchsystem mit einem Trokar (1) mit den Merkmalen gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, 30 dadurch gekennzeichnet, daß der Trokar (1) in einem beidseits gestülpten Schlauch (2) gleitend geführt ist, der durch eine Antriebseinrichtung (10) fortbewegbar ist, die auf einen inneren Schlauchabschnitt (2a) des Stülpschlauchs (2) einwirkt..

35

24. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (10) zumindest ein im wesentlichen kontinuierlich antreibendes Vorschubmittel (14) hat, das sich

radial an den inneren Schlauchabschnitt (2a) anlegt, um diesen in Axialrichtung des Trokars (1) vorwärts und/oder rückwärts zu bewegen.

- 5        25. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 24,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         die Anpreßkraft des Vorschubmittels (14) auf den inneren  
         Schlauchabschnitt (2a) so gewählt ist, daß der Trokarschaft  
         (1) zumindest im Bereich des Vorschubmittels (14) in einem  
10       Reibungskontakt mit dem inneren Schlauchabschnitt (2a) ist.

26. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 25,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         die Anpreßkraft des Vorschubmittels (14) auf den inneren  
15       Stülpschlauchabschnitt (2a) durch eine entsprechende  
         Deformation des inneren Schlauchabschnitts (2a) auf den  
         Trokarschaft (1) übertragbar ist und dieser ein Widerlager für  
         das Vorschubmittel (14) bildet.

- 20       27. Stülpschlauchsystem nach einem der vorstehenden  
         Ansprüche 24 bis 26,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         das Vorschubmittel (14) mindestens ein Reibrad ist, das gegen  
         den inneren Schlauchabschnitt (2a) mit einer vorbestimmten  
25       oder variabel einstellbaren Anpreßkraft drückt.

28. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 27,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         zumindest zwei Reibräder (14) vorgesehen sind, die sich  
30       bezüglich des Trokarschafts (1) gegenüberliegen.

29. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 24,  
         **dadurch gekennzeichnet, daß**  
         das Vorschubmittel (14) ein Saugnoppenantrieb ist, bestehend  
35       aus zumindest zwei axial zum Trokarschaft (1) hin- und  
         herbewegbaren Klötzchen, deren eine zu dem inneren  
         Stülpschlauchabschnitt (2a) weisende Seitenfläche jeweils  
         mindestens einen Saugnapf aufweist.

30. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 29,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Klötzchen gegenläufig oder nacheinander unter entsprechend  
synchronem Ansaugen und Loslassen des inneren  
5 Stülpschlauchabschnitts (2a) hin- und herbewegbar sind, um  
hierdurch eine quasi kontinuierliche Vortriebsbewegung des  
Stülpschlauchs (2) zu erzeugen.
31. Stülpschlauchsystem nach einem der Ansprüche 29 oder  
10 30,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Antriebskraft der Klötzchen auf den inneren  
Stülpschlauchabschnitt (2a) über die vorderen oder hinteren  
Stülpbereiche (2d, 2e) auf ein vorderes oder hinteres  
15 Klemmstück (7, 8) übertragbar ist, die fest am Trokarschaft  
(1) fixiert sind und somit eine entsprechende Vorschubbewegung  
des Schafts (1) synchron zur Vorschubbewegung des  
Stülpschlauchs (2) bewirken.
- 20 32. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 24,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Vorschubmittel (14) ein Raupenantrieb bestehend aus einem  
Endlosband ist.
- 25 33. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 32,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Endlosband in einem Antriebsgehäuse (11) gelagert ist, das  
zumindest in einem durch das Endlosband im wesentlichen  
luftdicht abgeschlossenen Gehäuseteil evakuierbar ist.  
30
34. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 32,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Endlosband eine zum inneren Stülpschlauchabschnitt (2a)  
weisende Gehäuseseite bildet und den Gehäuseinnenraum nahezu  
35 luftdicht verschließt.
35. Stülpschlauchsystem nach einem der Ansprüche 32 bis  
34,  
dadurch gekennzeichnet, daß

das Endlosband gelocht oder perforiert ist.

36. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 35,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- 5 bei einem Evakuieren des Antriebsgehäuses (11) der innere Stülpschlauchabschnitt (2a) über die Perforation an das Endlosband ansaugbar ist, wobei sich das Endlosband zusammen mit dem inneren Schlauchabschnitt (2a) geringfügig in das Antriebsgehäuse wölbt.

10

37. Stülpschlauchsystem nach einem der Ansprüche 23 bis 36,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 15 der Stülpschlauch (2) an seinem vorderen Stülpbereich (2d) gegen ein vorderes Klemmstück (7) des Trokarschafts (1) anliegt, um zumindest eine Teilvorschubkraft an den Trokarschaft (1) anzulegen.

38. Stülpschlauchsystem nach einem der vorstehenden  
20 Ansprüche 23 bis 37,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Antriebseinrichtung (10) ferner eine Vorrichtung zur Synchronisation der Trokarschaftbewegung mit der Stülpschlauchbewegung umfaßt.

25

39. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 38,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 30 die Synchronisationsvorrichtung ein am Trokarschaft (1) axial fixiertes vorderes und hinteres Klemmstück (7, 8) ist, an dem gleitfähig der hintere Stülpbereich (2e) des Stülpschlauchs (2) bei einer Vorwärtsbewegung und der vordere Stülpbereich (2d) bei einer Rückwärtsbewegung anliegt, so daß der Stülpschlauch (2) über das jeweilige Klemmstück (7 oder 8) eine Bremskraft entgegen der Vorschubkraft auf den  
35 Trokarschaft (1) aufbringt.

40. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 38,  
dadurch gekennzeichnet, daß

die Synchronisationsvorrichtung ein auf den hinteren Endabschnitt des Trokarschafts (1) einwirkender Rollen- oder Spindelantrieb ist, der mit dem Stülpschlauchantrieb (10) derart synchronisiert ist, daß die Vorschubgeschwindigkeit des Trokarschafts (1) die Hälfte der Vorschubgeschwindigkeit des inneren Schlauchabschnitts (2a) beträgt.

41. Stülpschlauchsystem gemäß Anspruch 23,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
10 der Stülpschlauch (2) eine Schlauchführungshülse (5) aus einem steifen Material hat, die über den inneren Schlauchabschnitt (2a) unter Ausbildung eines Zwischenspalts gezogen ist und an deren beiden axialen Endabschnitten die freien Enden äußerer Schlauchabschnitte (2b, 2c) fixiert sind, die durch Umstülpen  
15 und Zurückführen des inneren Schlauchabschnitts (2a) an zwei axial beabstandeten Umstülpbereichen (2d, 2e) gebildet werden.

42. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 41,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
20 die Hülse (5) in ihrem Mittenabschnitt eine Anzahl von Öffnungen hat, die vorzugsweise in Form von Längsschlitzten (6) ausgebildet und in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind.

25 43. Stülpschlauchsystem nach Anspruch 42,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Stülpschlauch (2) über den inneren Schlauchabschnitt (2a), die äußeren Schlauchabschnitte (2b, 2c) sowie die Hülse (5) einen gegenüber der Umgebung abgedichteten Hohlraum ausbildet,  
30 der lediglich über die Öffnungen (6) in der Hülse (5) einen Zugang hat.

44. Stülpschlauchsystem nach einem der Ansprüche 41 bis 43,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß  
die Hülse (5) an ihrer Innenseite eine Anzahl von im wesentlichen in Axialrichtung verlaufender Nuten (5a) hat, die sich an den Stirnflächen der Hülse (5) öffnen.

45. Stülperschlauchsystem gemäß Anspruch 23,  
**gekennzeichnet durch**  
eine Schmiervorrichtung (15) für das Einpressen von  
Schmiermittel in einen Ringspalt (9) zwischen dem Trokar bzw.  
5 Trokarschafts (1) und dem inneren Stülperschlauchabschnitt (2a),  
wobei zumindest eine im wesentlichen radial verlaufende  
Öffnung (17) oder Perforation in dem Außenmantel (32) des  
Trokars (1) vorgesehen ist, die sich in den Ringspalt (9)  
öffnet und an einer Schmiermittelfördervorrichtung (15)  
10 angeschlossen ist.

46. Stülperschlauchsystem gemäß Anspruch 45,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
zwischen dem Außenmantel (32) und dem Innenmantel (33) des  
15 Trokars (1) mindestens eine Schmierstoffleitung als ein  
weiterer Funktionskanal vorgesehen ist, die in Axialrichtung  
in bestimmten Abständen radiale Durchbrüche durch den  
Außenmantel (33) aufweist, um die Schmiermittelversorgung von  
der Außenwand des Trokars (1) und der Innenseite des  
20 Stülperschlauches über die gesamte Länge des Trokars (1) zu  
gewährleisten und die an eine Schmiermittelfördervorrichtung  
anschließbar ist.

47. Verwendung eines Trokars (1) gemäß einem der  
25 vorangehenden Ansprüche 1 bis 22 als Operationskanal für  
minimal invasive operative Eingriffe im Dickdarmbereich  
mindestens bis zur zweiten Sigmaschleife.

30 48. Verwendung eines Trokars (1) gemäß einem der vorangehenden  
Ansprüche 1 bis 22 als Teleskopverlängerung, um vom Dickdarm  
aus mittels eines durch den Trokar (1) eingeführten  
hochflexiblen Koloskops Untersuchungen im Dünndarm  
vorzunehmen.

35



Fig. 1

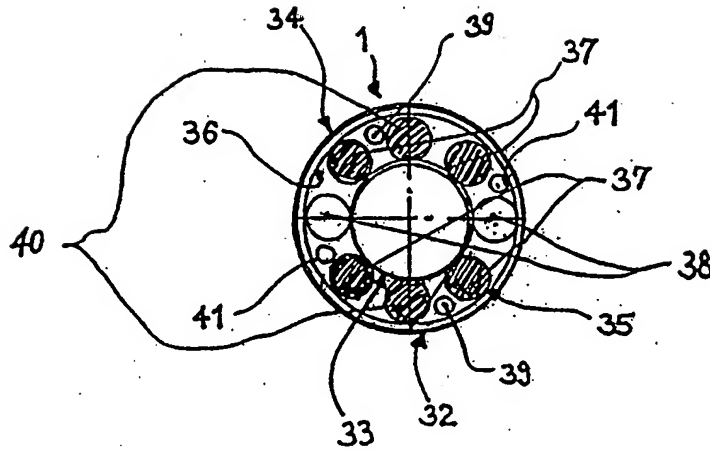


Fig. 2 (a)

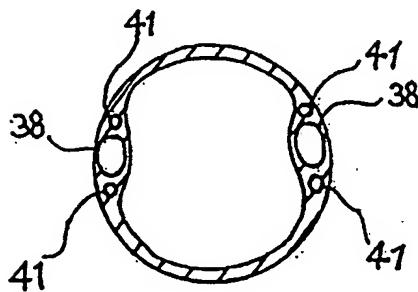
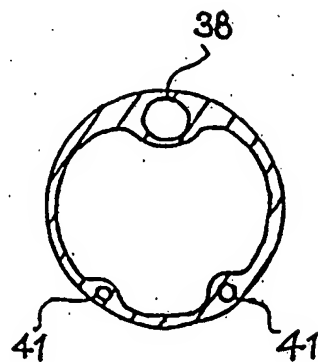
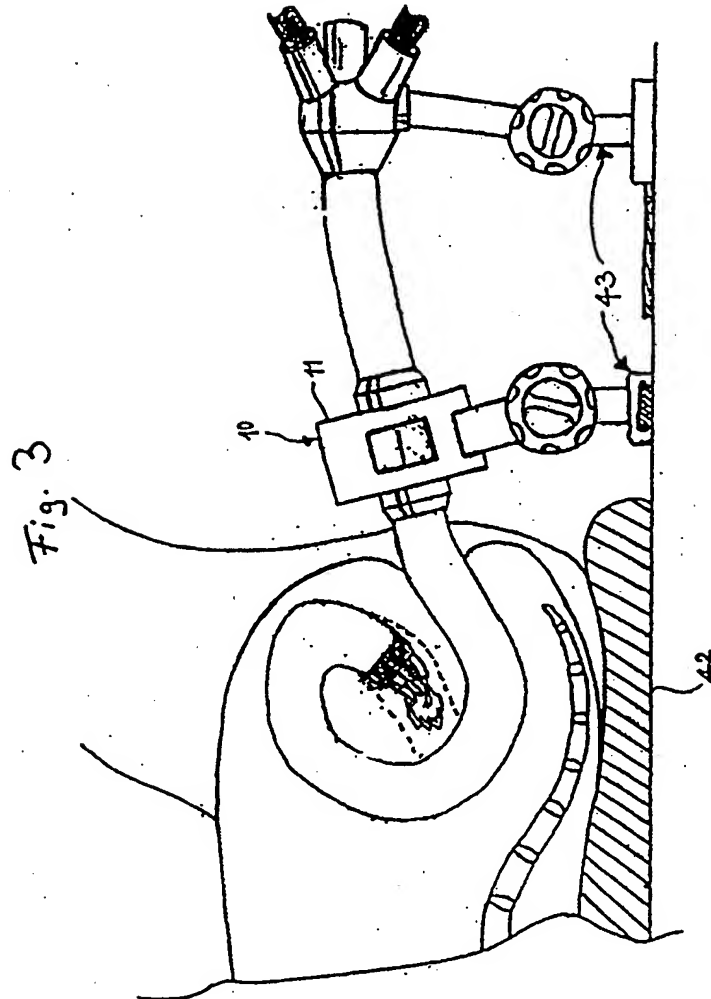


Fig. 2 (b)





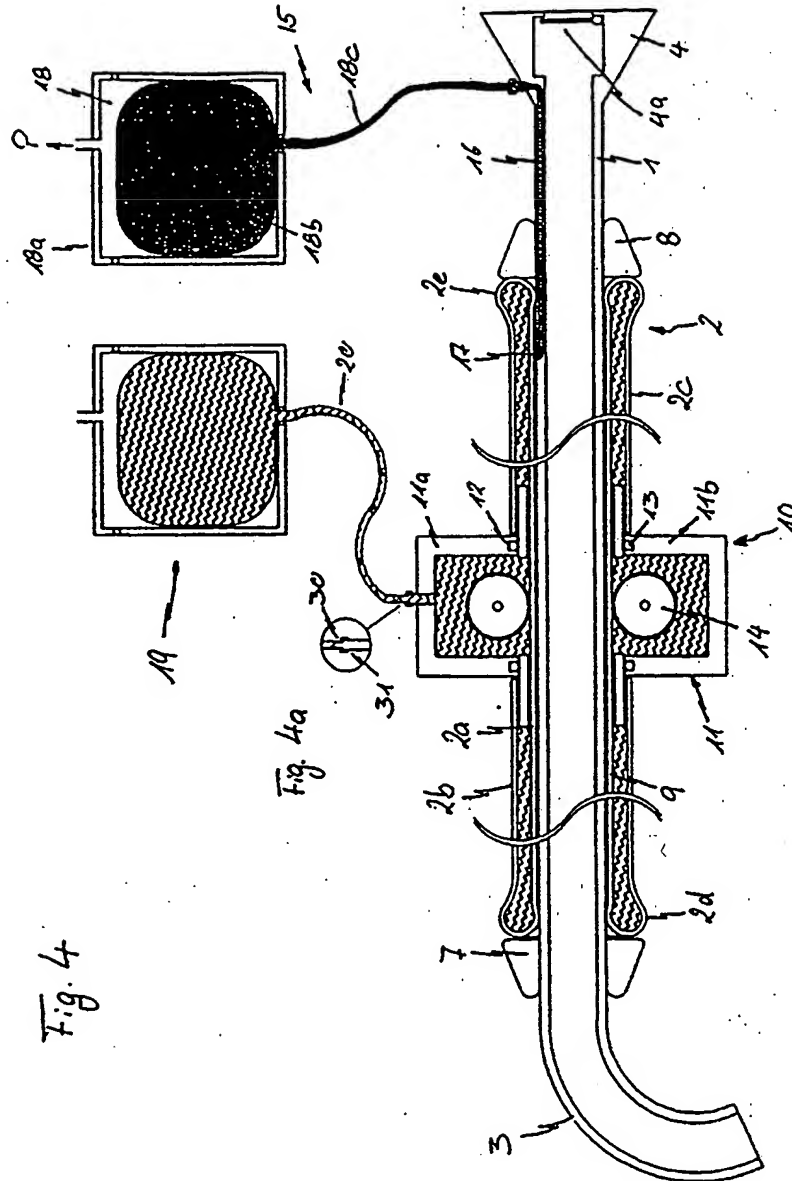


Fig. 4

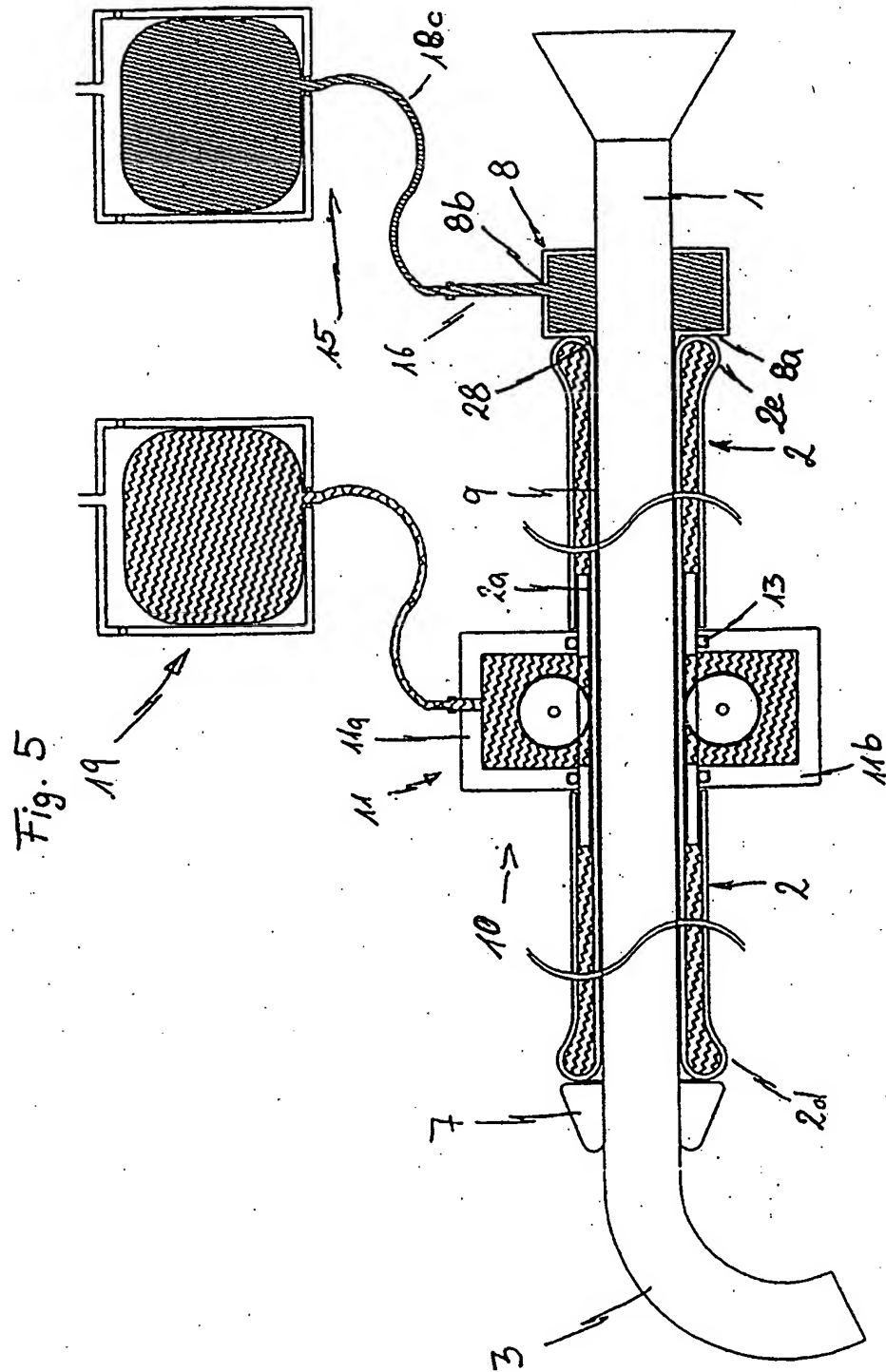
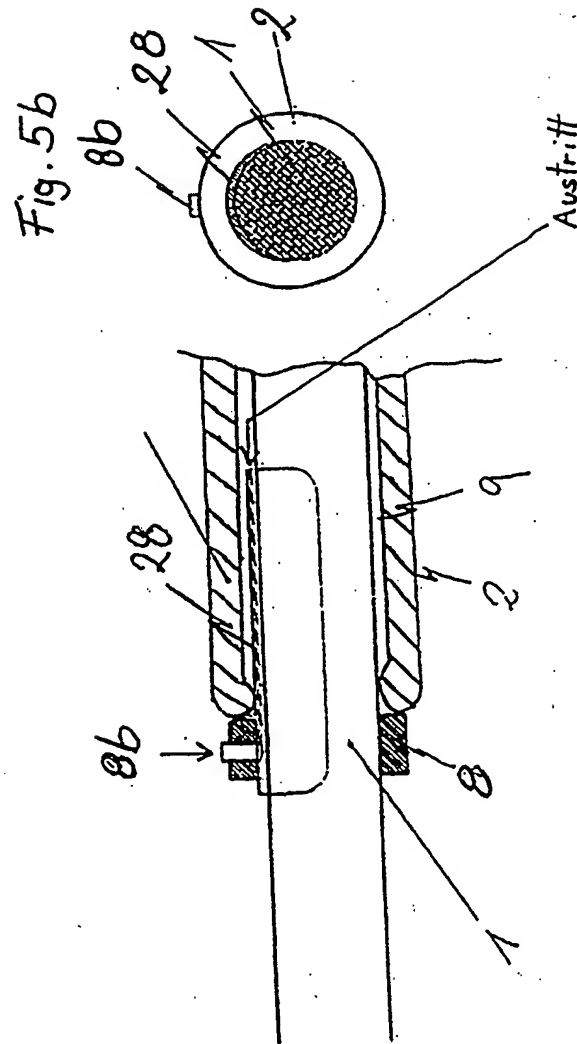
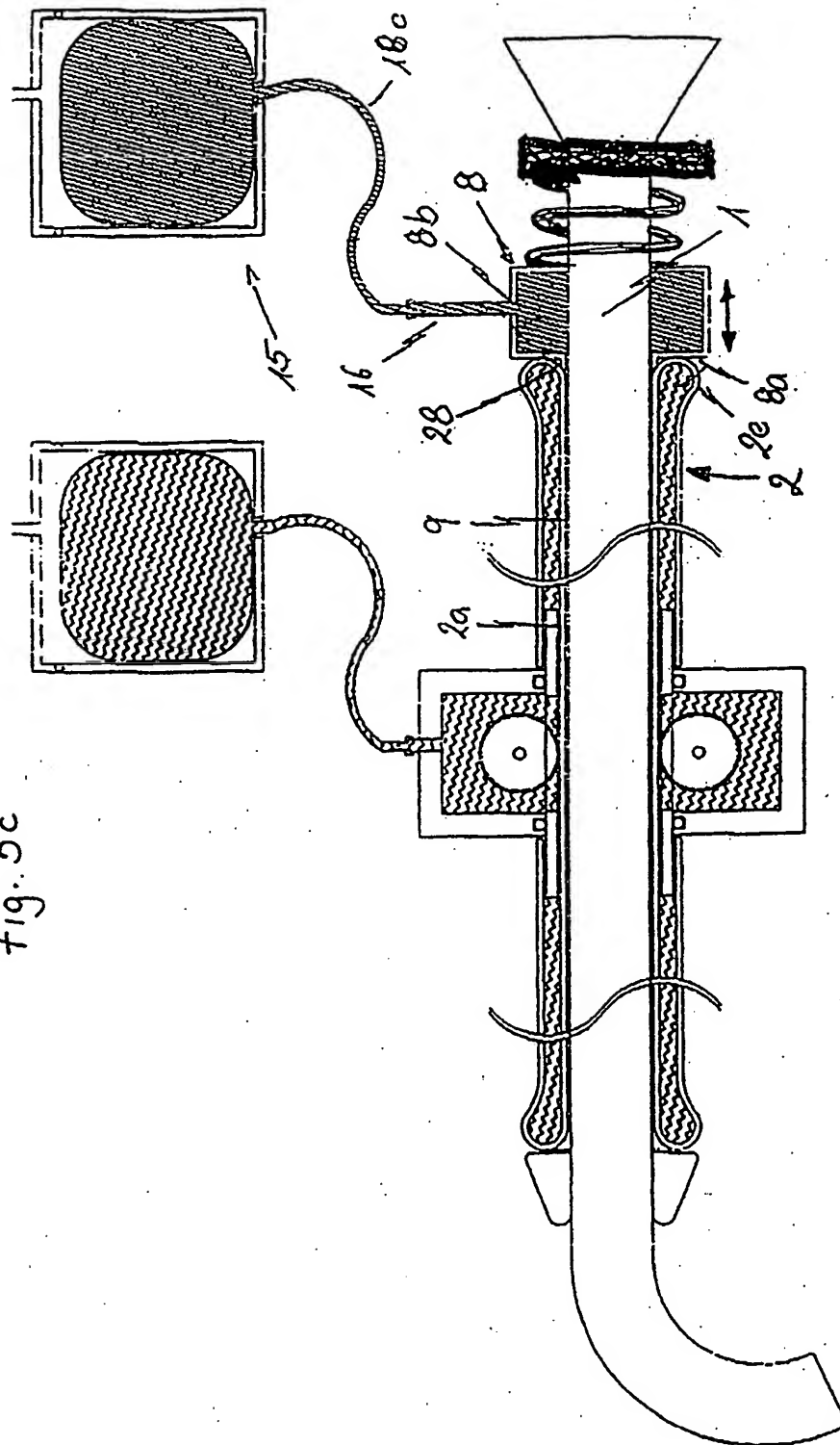


Fig. 5a





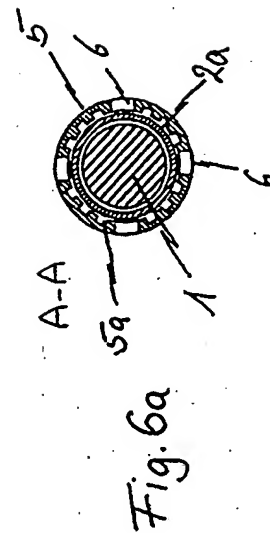
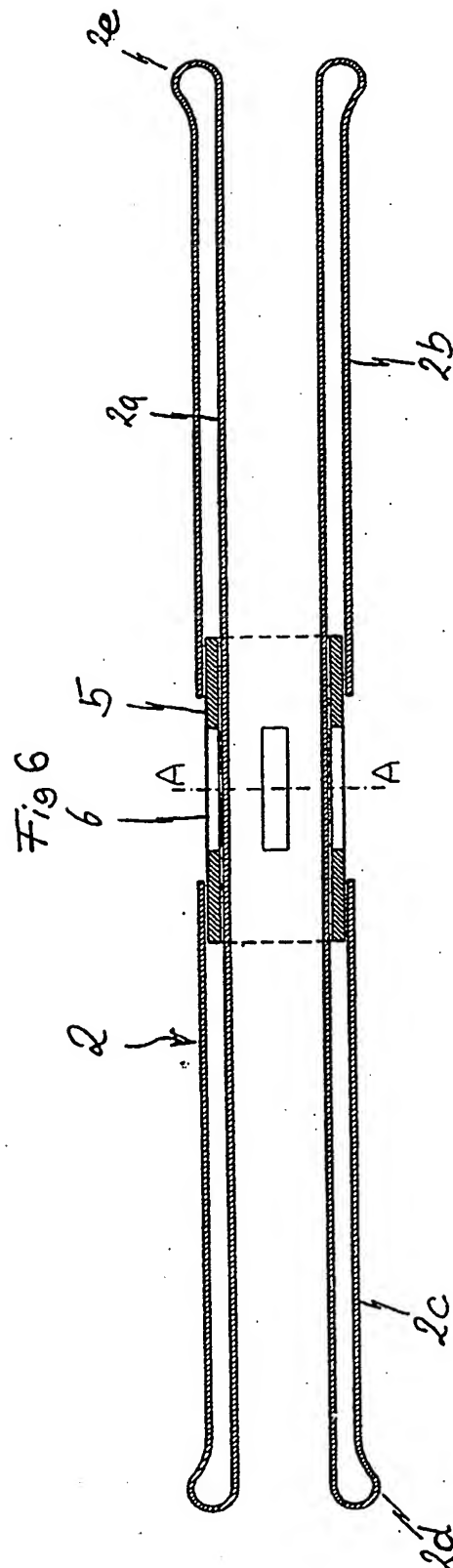
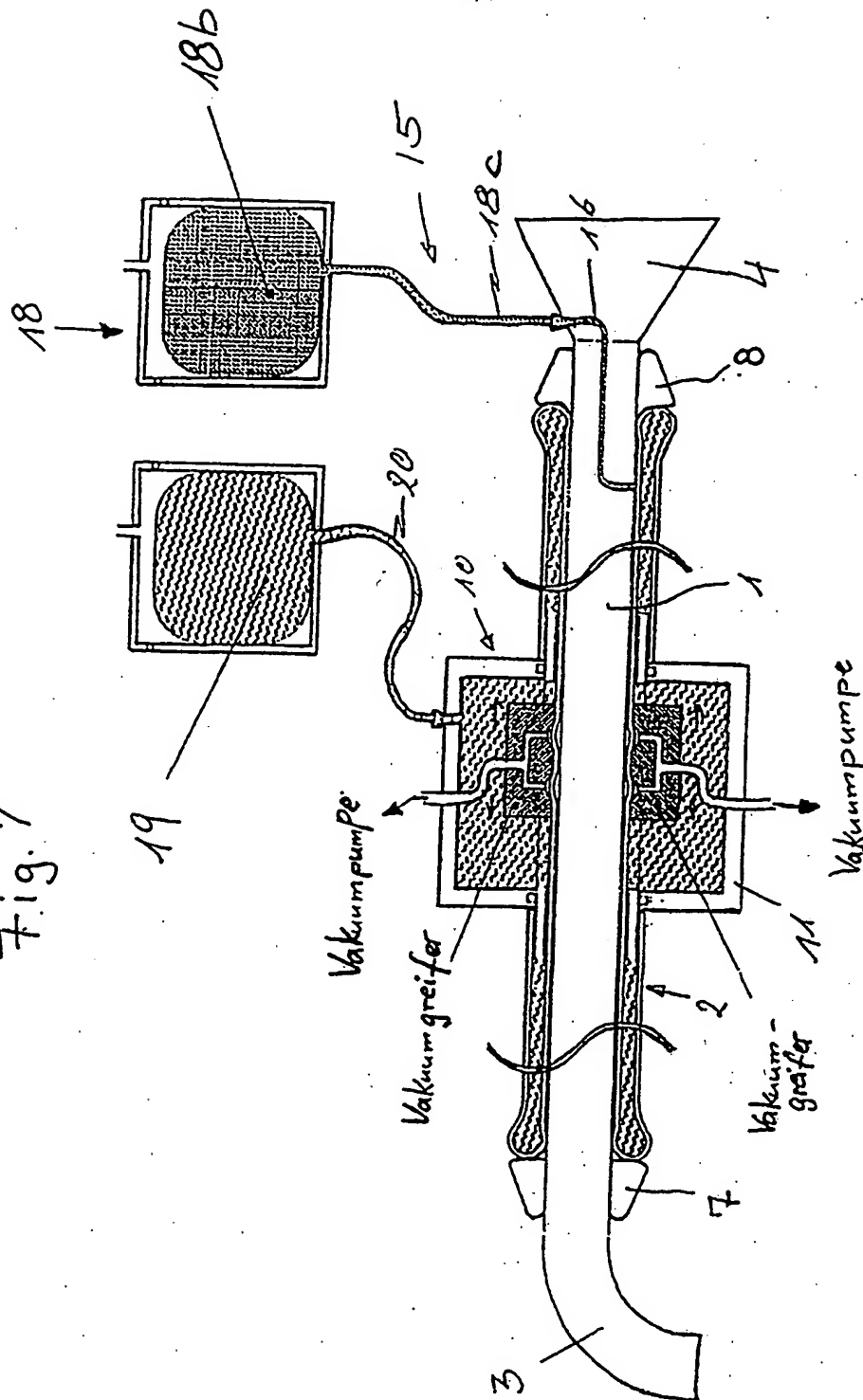


Fig. 7





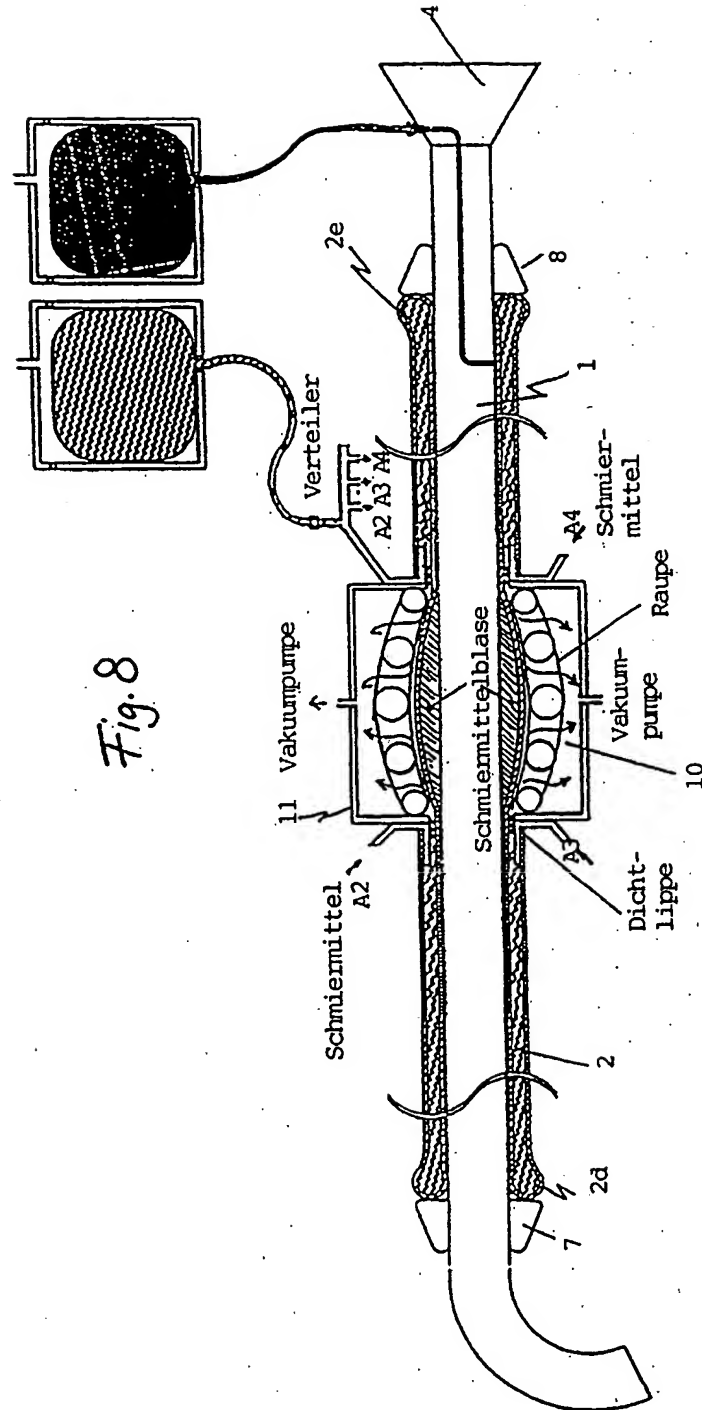


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**